COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 NOVEMBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques* (suite); par M. HERMITE.

« Nous remarquerons, en premier lieu, que les fonctions $\varphi(x)$ et $\chi(x)$ peuvent être réduites l'une à l'autre; leurs expressions, si l'on y remplace le multiplicateur μ' par sa valeur, étant, en effet,

$$\varphi(x, \omega) = \frac{\mathrm{H}'(0)\,\Theta(x+\omega)}{\mathrm{H}(\omega)\,\Theta(x)}\, e^{-\frac{\mathrm{H}'(\omega)}{\mathrm{H}(\omega)}(x-i\mathrm{K}') + \frac{i\pi\omega}{2\mathrm{K}}},$$

$$\chi(x, \omega) = \frac{\mathrm{H}'(0)\,\mathrm{H}(x+\omega)}{\Theta(\omega)\,\Theta(x)}\, e^{-\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}(x-i\mathrm{K}') + \frac{i\pi\omega}{2\mathrm{K}}},$$

on en déduit facilement les relations suivantes :

$$\varphi(x, \omega + i\mathrm{K}') = \chi(x, \omega),$$
$$\chi(x, \omega + i\mathrm{K}') = \varphi(x, \omega),$$

dont nous ferons souvent usage. Cette propriété établie, nous rechercherons le développement, suivant les puissances croissantes de ε, de $\chi(i\mathrm{K}'+\varepsilon)$,

qui jouera plus tard un rôle important, et dont nous allons, comme on va voir, tirer l'équation différentielle que nous avons en vue. Pour le former, je partirai de l'égalité

$$\mathrm{D}_x \log \chi(x) = \frac{\mathrm{H}'(x+\omega)}{\mathrm{H}(x+\omega)} - \frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)} - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)},$$

d'où l'on déduit

$$\mathrm{D}_\varepsilon \log \chi(i\mathrm{K}'+\varepsilon) = \frac{\Theta'(\omega+\varepsilon)}{\Theta(\omega+\varepsilon)} - \frac{\mathrm{H}'(\varepsilon)}{\mathrm{H}(\varepsilon)} - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}.$$

Cela posé, nous aurons d'abord

$$\frac{\Theta'(\omega+\varepsilon)}{\Theta(\omega+\varepsilon)} - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} = \varepsilon \mathrm{D}_\omega \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} + \frac{\varepsilon^2}{1.2} \mathrm{D}_\omega^2 \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} + \cdots;$$

mais, l'équation de Jacobi

$$\mathrm{D}_x \frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)} = \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}} - k^2 \operatorname{sn}^2 x$$

donnant en général

$$\mathrm{D}_x^{n+1} \frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)} = - \mathrm{D}_x^n k^2 \operatorname{sn}^2 x,$$

ce développement prend cette nouvelle forme

$$\frac{\Theta'(\omega+\varepsilon)}{\Theta(\omega+\varepsilon)} - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} = \varepsilon\left(\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}} - k^2 \operatorname{sn}^2 \omega\right) - \frac{\varepsilon^2}{1.2} \mathrm{D}_\omega k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \frac{\varepsilon^3}{1.2.3} \mathrm{D}_\omega^2 k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \cdots$$

Joignons-y le résultat qu'on tire de l'équation de M. Weierstrass :

$$\mathrm{H}(\varepsilon) = \mathrm{H}'(0) e^{\frac{\mathrm{J}\varepsilon^2}{2\mathrm{K}}} \mathrm{Al}(\varepsilon)_1,$$

en prenant la dérivée logarithmique des deux membres :

$$\frac{\mathrm{H}'(\varepsilon)}{\mathrm{H}(\varepsilon)} = \varepsilon \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}} + \frac{\mathrm{Al}'(\varepsilon)_1}{\mathrm{Al}(\varepsilon)_1},$$

et nous aurons

$$\mathrm{D}_\varepsilon \log \chi(i\mathrm{K}'+\varepsilon) = -\varepsilon k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \frac{\varepsilon^2}{1.2} \mathrm{D}_\omega k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \ldots - \frac{\mathrm{Al}'(\varepsilon)_1}{\mathrm{Al}(\varepsilon)_1},$$

d'où, par conséquent,

$$\chi(i\mathrm{K}'+\varepsilon) = \frac{e^{-\frac{\varepsilon^2}{2} k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \frac{\varepsilon^3}{2.3} \mathrm{D}_\omega k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \ldots}}{\mathrm{Al}(\varepsilon)_1}$$

$$= e^{-\frac{\varepsilon^2}{2} k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \frac{\varepsilon^2}{2.3} \mathrm{D}_\omega k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \ldots} \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{1+k^2}{6}\varepsilon + \frac{7+8k^2+7k^4}{360}\varepsilon^3 + \cdots\right),$$

sans qu'il soit besoin d'introduire un facteur constant dans le second

membre, puisque le premier terme de son développement est $\frac{1}{\varepsilon}$, comme il le faut d'après la nature de la fonction $\chi(x)$. Cette formule donne le résultat cherché par un calcul facile; elle montre qu'en posant

$$\chi(iK'+\varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{2}\Omega\varepsilon - \frac{1}{3}\Omega_1\varepsilon^2 - \frac{1}{8}\Omega_2\varepsilon^3 + \cdots,$$

on aura :

$$\Omega = k^2 \operatorname{sn}^2\omega - \frac{1+k^2}{3},$$

$$\Omega_1 = k^2 \operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega,$$

$$\Omega_2 = k^4 \operatorname{sn}^4\omega - \frac{2(k^2+k^4)}{3}\operatorname{sn}^2\omega - \frac{7-22k^2+7k^4}{45},$$

. . . .

En voici une première application.

» VI. Considérons, pour la décomposer en éléments simples, la fonction $k^2 \operatorname{sn}^2 x \chi(x)$, qui a les multiplicateurs de $\chi(x)$ et ne devient infinie que pour $x = iK'$. On devra, à cet effet, en posant $x = iK'+\varepsilon$, former la partie principale de son développement suivant les puissances croissantes de ε, que nous obtenons immédiatement en multipliant membre à membre les deux égalités :

$$\chi(iK'+\varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{2}\Omega\varepsilon + \ldots,$$

$$\frac{1}{\operatorname{sn}^2\varepsilon} = \frac{1}{\varepsilon^2} + \frac{1}{3}(1+k^2) + \ldots.$$

Il vient ainsi

$$\begin{aligned} k^2\operatorname{sn}^2(iK'+\varepsilon)\chi(iK'+\varepsilon) &= \frac{1}{\varepsilon^3} + \left[\frac{1}{3}(1+k^2) - \frac{1}{2}\Omega\right]\frac{1}{\varepsilon} + \ldots \\ &= \frac{1}{2}D_\varepsilon^2\varepsilon^{-1} + \left[\frac{1}{2}(1+k^2) - \frac{1}{2}k^2\operatorname{sn}^2\omega\right]\varepsilon^{-1} + \ldots, \end{aligned}$$

et l'on en conclut la formule suivante :

$$k^2\operatorname{sn}^2 x\,\chi(x) = \frac{1}{2}D_x^2\chi(x) + \left[\frac{1}{2}(1+k^2) - \frac{1}{2}k^2\operatorname{sn}^2\omega\right]\chi(x).$$

Elle montre que, en posant $y = \chi(x)$, nous obtenons une solution de l'équation linéaire du second ordre

$$\frac{d^2y}{dx^2} = (2k^2\operatorname{sn}^2 x - 1 - k^2 + k^2\operatorname{sn}^2\omega)y,$$

qui est celle de Lamé dans le cas le plus simple où l'on suppose $n = 1$, la

constante $h = -1 - k^2 + k^2 \operatorname{sn}^2 \omega$ étant quelconque, puisque ω est arbitraire; et, comme cette équation ne change pas lorsqu'on change x en $-x$, la solution obtenue en donne une seconde, $y = \chi(-x)$, d'où, par suite, l'intégrale complète sous la forme

$$y = C\chi(x) + C'\chi(-x).$$

A ce résultat il est nécessaire de joindre ceux qu'on obtient quand on remplace successivement ω par $\omega + iK'$, $\omega + K$, $\omega + K + iK'$, ce qui conduit aux équations

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \left(2k^2 \operatorname{sn}^2 x - 1 - k^2 + \frac{1}{\operatorname{sn}^2 \omega}\right) y,$$
$$\frac{d^2y}{dx^2} = \left(2k^2 \operatorname{sn}^2 x - 1 - k^2 + \frac{k^2 \operatorname{cn}^2 \omega}{\operatorname{dn}^2 \omega}\right) y,$$
$$\frac{d^2y}{dx^2} = \left(2k^2 \operatorname{sn}^2 x - 1 - k^2 + \frac{\operatorname{dn}^2 \omega}{\operatorname{cn}^2 \omega}\right) y.$$

La première, d'après l'égalité $\chi(x, \omega + iK') = \varphi(x, \omega)$, a pour intégrale

$$y = C\varphi(x) + C'\varphi(-x);$$

et, en introduisant ces nouvelles fonctions, à savoir :

$$i\chi_1(x, \omega) = \chi(x, \omega + K),$$
$$i\varphi_1(x, \omega) = \varphi(x, \omega + K),$$

nous aurons, sous une forme semblable, pour la seconde et la troisième :

$$y = C\chi_1(x) + C'\chi_1(-x),$$
$$y = C\varphi_1(x) + C'\varphi_1(-x).$$

Les expressions de $\varphi_1(x)$ et $\chi_1(x)$ s'obtiennent aisément à l'aide des fonctions $\Theta_1(x) = \Theta(x + K)$, $H_1(x) = H(x + K)$; on trouve ainsi

$$\varphi_1(x, \omega) = \frac{H'(0)\,\Theta_1(x+\omega)}{H_1(\omega)\,\Theta(x)}\, e^{-\frac{H'_1(\omega)}{H_1(\omega)}(x - iK') + \frac{i\pi\omega}{2K}},$$
$$\chi_1(x, \omega) = \frac{H'(0)\,H_1(x+\omega)}{\Theta_1(\omega)\,\Theta(x)}\, e^{-\frac{\Theta'_1(\omega)}{\Theta_1(\omega)}(x - iK') + \frac{i\pi\omega}{2K}}.$$

Nous allons en voir un premier usage dans la recherche des solutions de l'équation de Lamé par des fonctions doublement périodiques.

» VII. Nous supposons à cet effet $\omega = 0$ dans les équations précédentes, en exceptant toutefois celle où se trouve le terme $\frac{1}{\operatorname{sn}^2 \omega}$ qui

deviendrait infini. On trouve ainsi, pour la constante h, les déterminations suivantes :

$$h = -1 - k^2, \quad h = -1, \quad h = -k^2.$$

Ce sont précisément les quantités qu'on trouve en suivant la méthode de Lamé au point de vue où il s'est placé; et en même temps nous tirons des valeurs des fonctions $\chi(x)$, $\chi_1(x)$, $\varphi_1(x)$, pour $\omega = 0$, les solutions auxquelles conduit son analyse :

$$y = \sqrt{k}\frac{H(x)}{\Theta(x)}, \quad y = \sqrt{kk'}\frac{H_1(x)}{\Theta(x)}, \quad y = \sqrt{k'}\frac{\Theta_1(x)}{\Theta(x)},$$

ou, plus simplement, puisqu'on peut les multiplier par des facteurs constants,

$$y = \operatorname{sn} x, \quad y = \operatorname{cn} x, \quad y = \operatorname{dn} x.$$

Mais une circonstance se présente maintenant, qui demande un examen attentif. On ne peut plus, en effet, de ces expressions en déduire d'autres qui en soient distinctes par le changement de signe de la variable, et il faut, par suite, employer une nouvelle méthode pour obtenir l'intégrale complète. Représentons, dans ce but, la solution générale de l'une quelconque de nos trois équations, en laissant ω indéterminé, par la formule

$$y = C F(x, \omega) + C' F(-x, \omega).$$

Je la mettrai d'abord sous cette forme équivalente

$$y = C F(x, \omega) + C' F(x, -\omega);$$

puis, en développant suivant les puissances croissantes de ω, je ferai

$$F(x, \omega) = F_0(x) + \omega F_1(x) + \omega^2 F_2(x) + \ldots,$$

ce qui permettra d'écrire

$$y = (C + C') F_0(x) + \omega(C - C') F_1(x) + \omega^2 (C + C') F_2(x) + \ldots,$$

ou encore

$$y = C_0 F_0(x) + C_1 F_1(x) + \omega C_0 F_2(x) + \ldots,$$

en posant, d'après la méthode de d'Alembert,

$$C_0 = C + C', \quad C_1 = \omega(C - C').$$

» Si l'on suppose maintenant $\omega = 0$, on parvient à la formule

$$y = C_0 F_0(x) + C_1 F_1(x),$$

qu'il faudra appliquer en faisant successivement

$$F(x, \omega) = \chi(x), \quad F(x, \omega) = \chi_1(x), \quad F(x, \omega) = \varphi_1(x).$$

Mais le calcul sera plus simple si l'on prend

$$F(x, \omega) = \frac{H(x+\omega)}{\Theta(x)} e^{-\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}x},$$

$$F(x, \omega) = \frac{H_1(x+\omega)}{\Theta(x)} e^{-\frac{\Theta'_1(\omega)}{\Theta_1(\omega)}x},$$

$$F(x, \omega) = \frac{\Theta_1(x+\omega)}{\Theta(x)} e^{-\frac{H'_1(\omega)}{H_1(\omega)}x},$$

ces quantités ne différant des précédentes que par des facteurs constants. Observant donc que, pour $\omega = 0$, on a

$$D_\omega \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} = \frac{J}{K}, \quad D_\omega \frac{\Theta'_1(\omega)}{\Theta_1(\omega)} = \frac{J}{K} - k^2, \quad D_\omega = \frac{H'_1(\omega)}{H_1(\omega)} = \frac{J}{K} - 1,$$

nous obtenons immédiatement les valeurs que prennent leurs dérivées par rapport à ω, dans cette hypothèse de $\omega = 0$:

$$F_1(x) = \frac{H'(x)}{\Theta(x)} - \frac{JH(x)}{K\Theta(x)} x,$$

$$F_1(x) = \frac{H'_1(x)}{\Theta(x)} - \frac{(J - k^2K) H_1(x)}{K\Theta(x)} x,$$

$$F_1(x) = \frac{\Theta'_1(x)}{\Theta(x)} - \frac{(J - K)\Theta_1(x)}{K\Theta(x)} x.$$

» La solution générale de l'équation de Lamé, dans les cas particuliers que nous venons de considérer, peut donc se représenter par les formules suivantes :

1° $h = -1 - k^2, \quad y = C\,\mathrm{sn}\,x + C'\,\mathrm{sn}\,x \left[\frac{H'(x)}{H(x)} - \frac{J}{K} x\right],$

2° $h = -1, \quad y = C\,\mathrm{cn}\,x + C'\,\mathrm{cn}\,x \left[\frac{H'_1(x)}{H_1(x)} - \frac{J - k^2K}{K} x\right],$

3° $h = -k^2, \quad y = C\,\mathrm{dn}\,x + C'\,\mathrm{dn}\,x \left[\frac{\Theta'_1(x)}{\Theta_1(x)} - \frac{J - K}{K} x\right].$ »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Résumé d'une histoire de la matière* (troisième article). Note de M. E. Chevreul.

« J'ai parlé, dans les articles précédents, de l'ancienne Alchimie et de celle de Becher, puis de l'hypothèse du *phlogistique* de Stahl. Quoique, dans

un résumé de l'histoire de la matière, l'importance de l'Alchimie appliquée à la Médecine soit loin d'être ce qu'est l'Alchimie proprement dite, omettre de parler de la première ne serait pas une simple lacune regrettable, mais une faute. Il importe, avant d'en parler, de distinguer l'époque où la Médecine procéda d'elle-même à ses doctrines avant l'Alchimie, et celle où elle reçut ou rechercha même son influence. Il est permis de penser que l'*humorisme* fixa l'attention du médecin avant le *solidisme;* car, vu la difficulté de disséquer le cadavre humain, il était naturel que l'observation des humeurs, qui se présentait journellement à son attention, devînt une des premières bases de ses méditations. En suivant cette idée, on voit le médecin Athénée, dans le dernier siècle avant l'ère chrétienne ou dans le suivant, qui part bien des *quatre éléments corporels,* mais de leurs *qualités caractéristiques,* pour distinguer ses *quatre humeurs :* le *chaud*, propriété, correspond au *feu;* le *froid,* propriété, à l'*air;* l'*humide*, propriété, à l'*eau*, et le *sec*, propriété, à la *terre :* exemple de l'*analyse mentale. Galien,* qui vivait deux siècles après lui, avait un système plus complexe; il distinguait quatre tempéraments correspondant : au *sang*, à l'*atrabile* (la BILE NOIRE), à la *pituite* et à la *bile jaune*, et chacune de ces humeurs était formée de deux propriétés : le SANG, de *chaud* et d'*humide;* l'ATRABILE, de *froid* et de *sec;* la PITUITE, de *froid* et d'*humide*; la BILE JAUNE, de *sec* et de *chaud.*

» Ces distinctions présentent à la fois une application de l'*analyse et de la synthèse mentales :* car chacune des quatre humeurs se compose de deux propriétés caractéristiques, résultats de l'*analyse,* réunies par la *synthèse* en une *entité,* sorte de substantif.

» Si le raisonnement rappelle ceux des alchimistes, ce n'est point un motif de rattacher nécessairement ces distinctions en Médecine à l'Alchimie.

» Il y a eu une influence réelle exercée sur la Médecine par les écrits de Geber; mais, pour apprécier ce qu'elle est, il faut prendre en considération la distinction que j'ai établie en parlant de l'Alchimie en général et de Geber en particulier, entre des *pensées* de deux ordres : une *première pensée* qui est juste et dont l'alchimiste est animé pour se convaincre par l'expérience si ce qu'il cherche est *vrai* ou *faux;* et une *seconde pensée,* d'après laquelle l'alchimiste, convaincu de la réalité de ce qu'il cherche, est livré entièrement à l'erreur, croyant à la réalité de la *pierre philosophale* comme FERMENT *propre à opérer la transmutation des métaux.*

» A mon sens, la *première pensée* a principalement agi sur *Rhasis,* auquel on attribue le mérite d'avoir appliqué le premier la Chimie à la Médecine : on compte ensuite *Farabi*, et surtout *Avicenne,* au XIe siècle.

» Quoi qu'il en soit, je ne date d'une manière certaine l'application à la Médecine de l'Alchimie avec toutes ses chimères, qu'à partir de la fin du XIIIe siècle et du commencement du XIVe siècle, où l'on connut le livre de Raymond Lulle sur la *quinte-essence*. C'est depuis cette époque que *Rupescissa* se fit un nom, et que plus tard (XVIe siècle) *Paracelse* s'en empara avec une rare habileté pour remuer le monde médical, devenir le *monarque des arcanes*, et passer encore de nos jours pour être le *fondateur de la médecine métallique*, ce qui n'est pas exact.

» XIIIe *et* XIVe *siècle.* — *Raymond Lulle* publia le premier, à ma connaissance, un Traité de la *quintessence*, dont l'influence fut incontestable sur l'application de l'Alchimie à la santé, soit pour la maintenir, soit pour combattre une maladie déclarée. Mais, ne voulant pas qu'on se méprît sur ses sentiments de chrétien, il se garda bien de faire espérer l'immortalité : aussi rappelle-t-il Adam chassé du paradis, condamné à mourir ainsi que ses descendants pour avoir failli à sa promesse de ne pas toucher aux fruits de l'arbre de la Science.

» Rien de plus clair que l'idée de la *quinte-essence* du vin, donnée par Raymond Lulle.

» Partageant la manière de voir des alchimistes que nous avons cités sur les quatre éléments et leurs composés, les croyant impurs et corruptibles, les maladies provenaient de leur impureté et de leur corruptibilité. La première condition pour guérir une maladie était, selon lui, d'user d'un remède incorruptible. Or, l'*eau ardente*, l'*âme*, l'*esprit-de-vin*, l'*eau-de-vie*, à cet égard, ne laissait rien à désirer. En effet, le vin pris modérément fortifie, pris en excès il enivre. Eh bien, l'*eau-de-vie*, sous un moindre volume, produit les mêmes effets sans avoir aucune des propriétés des quatre éléments; mise dans un flacon fermé, elle se conserve indéfiniment, et conserve, de plus, la chair et les poissons qu'on y plonge.

» Elle n'est pas *un*, elle est la *quinte-essence* du vin, comme chaque remède a la sienne ; l'eau-de-vie était donc l'espèce d'un genre quinte-essence qui en comptait un grand nombre.

» XIVe *siècle.* — *Jean de Rupescissa*, noble qui s'était fait cordelier, vivait après Raymond Lulle et publia un livre sur la *Vertu et propriété de la quinte-essence* de toutes choses. Du Moulin le traduisit en 1581.

» Quelques pages exceptées, le livre est la reproduction du Traité de Raymond Lulle, le plus souvent dans les mêmes termes et sans citation de la source première : je ne reproduirai pas le long passage qu'on lit dans le *Résumé de l'histoire de la matière;* mais il s'y trouve quelques idées

que je ne puis m'empêcher de rappeler : elles sont d'ailleurs communes à Raymond Lulle. Pourquoi les philosophes ont-ils appelé le ciel la *quinte-essence* à l'égard des quatre éléments? Rupescissa répond que le ciel est *incorruptible*, et, comme tel, la quinte-essence ne renferme aucune des qualités caractéristiques de chacun des quatre éléments, et c'est à cause de son incorruptibilité qu'elle a été créée pour le bien de l'homme, suivant Rupescissa. Au XVe siècle, *Paracelse*, médecin alchimiste, avec sa disposition d'esprit, aperçut tout le parti qu'il pouvait tirer de la *quinte-essence;* aussi, après avoir pris à Raymond Lulle et même à Rupescissa tout ce qui lui parut bon, sans le reconnaître, ne manqua-t-il pas de les critiquer sur ce qu'ils avaient dit que la *quinte-essence* était dénuée de toute propriété appartenant aux quatre éléments; loin de là, elle possédait la propriété caractéristique de chacun d'eux; nouvel exemple de la manière dont les savants du XVe siècle se jouaient des choses avec l'*analyse et la synthèse mentales*.

» Rien de plus curieux que de suivre Paracelse dans la manière dont il décrit la distillation du vin, la manière dont il exalte l'excellence de l'*eau-de-vie,* véritable *quinte-essence,* la manière habile dont il en fait contraster les qualités célestes, avec l'insipidité du *phlegme*, avec le *caput mortuum,* résidu fixe de la distillation du vin; et il ne manque pas d'inscrire ces deux derniers au nombre des principes qui constituent les corps.

» Enfin il avait trop d'esprit pour ne pas insister sur ce que Raymond Lulle avait dit simplement comme vérité, c'est qu'il existait autant de quinte-essences que de remèdes.

» XVIe et XVIIe *siècle :* VAN HELMONT. — J'ai trop parlé de Van Helmont pour revenir sur les détails de ses opinions; cependant, après avoir rappelé ses idées principales sur le monde et son spiritualisme porté à un extrême qui n'a pas d'exemple, il faut, l'homme étant donné, savoir la source de ses idées.

» Van Helmont, homme d'imagination, avait une certaine indépendance, ou peut-être de l'esprit de contradiction, qui le portait à la nouveauté et l'éloignait des doctrines de l'école. Il était absolument spiritualiste; mais, quoique catholique, il fut inquiété par le clergé belge, malgré sa haute position de famille. Mais doit-on s'en étonner lorsqu'il était en contradiction avec la Genèse, disant que Dieu fit le monde en six jours et se reposa le septième, et Van Helmont prétendant qu'il fallait compter sept jours de création, et pourquoi? Parce que, regardant l'*air* et l'*eau* comme les éléments du monde matériel, Dieu devait les avoir créés le premier jour.

» Comment fut-il conduit à refuser toute activité à la matière, même à l'air la propriété élastique? Sans doute il fut frappé de l'opinion des philosophes grecs qui, d'accord sur l'éternité de la matière, primitivement le *cahos,* admirent, sinon tous, du moins le plus grand nombre, qu'il avait été constitué tel que nous le voyons par l'intervention de Dieu, et à cet égard je crois avoir démontré qu'Aristote était aussi spiritualiste que Platon.

» Ce qu'on est forcé de reconnaître, c'est l'accord entre ces deux génies, eu égard à l'ordre qui régit l'univers; la durée de cet ordre, une fois existant, doit être sans fin. J'ai peine à comprendre, dans les discussions relatives à l'*espèce vivante,* que ceux qui en soutenaient le maintien n'aient jamais cité, à l'appui de leur manière de voir, l'opinion d'Aristote, pour qui, il me semble, la durée de l'espèce dans le temps était un dogme plutôt qu'une simple opinion philosophique.

» Effectivement, qu'est pour lui tout *substantif* perceptible à nos sens? Un être doué de *quatre natures* : la *matière,* la *forme,* la *mobilité,* s'effectuant sans la désunion de la matière d'avec la forme, puis la *cause* maintenant a toujours les qualités spécifiques dans le *substantif;* autrement l'ordre qui a présidé à l'organisation de l'univers par Dieu serait aboli.

» On ne s'explique l'importance qu'il attribue à la *forme* que par l'ignorance où il était des actions moléculaires, et de ce qu'il croyait la matière homogène : à cet égard, Van Helmont était plus près de la vérité, à mon sens, en considérant la *forme* comme un *effet* et non comme une *cause.*

» Cette manière de voir de Van Helmont et ses dispositions d'esprit dont j'ai parlé plus haut m'expliquent son *spiritualisme si absolu,* et conséquemment, l'inactivité pareillement absolue qu'il prêtait si gratuitement à la matière, de sorte que tous les phénomènes que nous présentent l'*air* et l'*eau*, les seules matières qu'il reconnaissait, étaient dus à leur conjonction avec des êtres spirituels dont il distinguait *trois catégories :* l'*âme immortelle*, appartenant à l'homme seulement, constituait la *première catégorie.* Les *accidents* comprenant les *propriétés*, les *puissances,* les *facultés* des choses habitant dans les êtres, constituaient la *seconde catégorie.* La *puissance vitale des plantes,* l'*âme sensitive de l'homme et des animaux*, le *magnale*, le *feu* et la *lumière,* le *ferment immortel* et le *lieu* formaient la *troisième catégorie,* sous la dénomination de *créatures neutres* intermédiaires entre la substance et l'accident. La *quatrième catégorie* comprenait les *principes esprits archées*, *ferments altérables*, *ferments altérables séminaux*.

» L'*eau* était le seul élément des corps complexes ; ceux-ci résultaient de

sa *conjonction* avec une *archée*, et, fait remarquable, aussi pénétré qu'il était de la conservation des espèces, à l'exemple d'Aristote, il ne lui suffisait pas d'admettre autant d'archées que d'espèces de corps, il admettait un égal nombre de *ferments spécifiques,* lesquels n'étaient pas conjoints à l'eau, mais agissaient extérieurement pour tenir en éveil les archées spécifiques auxquels ils correspondaient; ils agissaient donc du dehors pour maintenir les natures spécifiques.

» Van Helmont attribuait une grande influence aux *ferments* en agriculture, car l'agriculteur semait infructueusement des graines dans une terre que Dieu avait privée de ferment correspondant à la graine semée.

» Mais le comble de la puissance attribuée au *ferment* immortel était d'engendrer, en présence de l'eau, l'archée à laquelle il correspondait.

» Je termine ce qui concerne Van Helmont en faisant remarquer qu'il serait étonnant que l'importance qu'il attribuait à la conservation des espèces n'eût pas été en partie puisée dans les écrits d'Aristote. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation de la benzine et des composés aromatiques ;* par M. **Berthelot**.

« **1**. J'ai fait connaître, il y a dix ans, une méthode universelle pour réduire et saturer d'hydrogène les composés organiques. Cette méthode est fondée sur l'emploi de l'acide iodhydrique en solution aqueuse saturée à froid, employé en grand excès, à une température de 275 à 280 degrés, pendant un temps très-considérable.

» J'ai montré que cette méthode, appliquée aux composés de la série aromatique comme aux composés de la série grasse, fournit la suite des termes d'une hydrogénation successive, jusqu'à la limite extrême des carbures forméniques ou saturés, plus difficiles cependant à atteindre avec les composés de la série aromatique. C'est ainsi [1] que la benzine, pivot fondamental de la série aromatique, a pu être transformée en un carbure saturé, sensiblement unique, volatil à 69 degrés, et dont la composition et les propriétés sont les mêmes que celle de l'hydrure d'hexylène retiré des pétroles d'Amérique par MM. Pelouze et Cahours :



$$C^{12}H^{6} + 4H^{2} = C^{12}H^{14}.$$

» La formation de l'hydrure d'hexylène au moyen de la benzine est pré-

[1] *Bulletin de la Société chimique,* t. IX, p. 17.

cédée par celle de divers termes intermédiaires, que j'ai signalés en passant et sans m'y attacher, étant principalement occupé de définir la limite extrême de l'hydrogénation.

» 2. Un passage aussi net de la série aromatique à la série grasse a paru difficile à concevoir pour plusieurs chimistes, en raison des idées théoriques qu'ils s'étaient faites sur la constitution exceptionnelle de la benzine et de ses dérivés. Deux théories précises ont même été formulées à cet égard. D'après l'une d'elles, les carbures benzéniques (et leurs dérivés) pourraient seulement fixer une dose d'hydrogène proportionnelle au nombre d'équivalents méthyliques qui sont venus s'ajouter à la benzine. Ainsi :

La benzine............	$C^{14}H^{6}$ ne pourrait fixer d'hydrogène
La méthylbenzine.....	$C^{14}H^{8}$ en fixerait 2 équivalents $C^{14}H^{8},H^{2}$
La diméthylbenzine....	$C^{16}H^{8}$ en fixerait 4 équivalents $C^{16}H^{10},2H^{2}$
La triméthylbenzine....	$C^{18}H^{10}$ en fixerait 6 équivalents $C^{18}H^{12},3H^{2}$

Mais ce dernier terme constituerait une barrière infranchissable, l'hydrogène et le méthyle ayant garni symétriquement les six sommets de l'hexagone conventionnel sur lequel ces théoriciens répartissent les éléments de la benzine.

» Une autre théorie, exposée plus récemment, ne reconnaît pas la même gradation; mais elle prétend également assigner 6 équivalents d'hydrogène comme la limite suprême de l'hydrogénation; limite que les auteurs de cette théorie ont déclaré n'avoir pas réussi à franchir, en traitant les carbures aromatiques par l'acide iodhydrique.

» 3. Dans cet état des choses, il m'a paru utile de faire de nouvelles expériences, afin de préciser davantage les degrés successifs et les conditions exactes de l'hydrogénation des carbures aromatiques. Je me suis attaché à la benzine, noyau fondamental de cette série; c'est, en outre, l'un des corps qui résistent le mieux aux agents réducteurs comme aux agents oxydants. Je décrirai mes expériences avec quelque détail, en raison de l'importance du sujet.

» 4. J'ai fait disposer un certain nombre de tubes, renfermant chacun 20 centimètres cubes d'acide iodhydrique saturé (densité = 2,05) et $0^{cc},6$ de benzine cristallisable. On a chauffé à 270 degrés pendant vingt heures; les tubes ont été ouverts, le carbure décanté, puis agité avec 3 à 4 volumes d'acide azotique fumant. Cette opération a réduit le produit aux deux tiers environ. On l'a fait digérer à une douce chaleur sur de l'étain, en présence de l'acide chlorhydrique étendu, afin de séparer les

dernières traces de nitrobenzine ; puis on a rectifié le carbure ; on l'a séché avec un fragment de potasse fondue, et distillé une dernière fois.

» L'analyse de ce produit a fourni :

C.................	86,5	100,2
H.................	13,7	

» Cette composition est intermédiaire entre celle des deux carbures $C^{12}H^{10}$ et $C^{12}H^{12}$:

$C^{12}H^{10}$	C........	87,8	$C^{12}H^{12}$	C........	85,7
	H	12,2		H........	14,3

» 5. Le produit a été traité par le brome pendant quelques instants, pour attaquer les carbures les plus altérables ; l'excès de brome enlevé par l'acide sulfureux dissous, le carbure séché par la potasse solide, et le produit rectifié avec un thermomètre. Ce produit s'est, en effet, comporté comme un mélange, qui distillait depuis 68°,5 jusqu'à 77 degrés. La portion volatile entre 68°,5 et 72 degrés s'élevait à plus de moitié de la masse. Elle a fourni à l'analyse :

C..........	85,5	100,3	C..........	85,3	100,1
H.........	14,8		H..........	14,8	

» Ces nombres sont très-voisins de la composition $C^{12}H^{12}$. Mais le carbure qui les fournit est accompagné par un corps moins hydrogéné. En effet, la seconde partie, volatile entre 72 et 77 degrés, et qui s'élevait au quart de la masse, a fourni :

C..............	86,35	99,84
H..............	13,49	

» 6. J'ai rassemblé la matière qui me restait après ces essais ; je l'ai réunie avec le produit d'une nouvelle opération faite avec la benzine et l'acide iodhydrique ; le tout a été distribué dans des tubes avec de l'acide iodhydrique et chauffé une seconde fois vers 280 degrés, pendant un jour. Les produits ainsi obtenus ne cèdent plus rien à l'acide azotique fumant. La rectification les sépare encore en diverses portions, volatiles depuis 68°,5 jusqu'à 75 degrés. La portion qui distille entre 68°,5 et 70 degrés a fourni :

C.....	85,05	100,24	C.....	84,94	99,95
H.....	15,19		H.....	15,01	

Cette composition est intermédiaire entre $C^{12}H^{12}$ et $C^{12}H^{14}$.

$$C^{12}H^{12}\ldots \begin{cases} C\ldots & 85,7 \\ H\ldots & 14,3 \end{cases} \qquad C^{12}H^{14}\ldots \begin{cases} C\ldots & 83,7 \\ H\ldots & 16,3 \end{cases}$$

» Le produit résiste à une réaction de courte durée, exercée soit par l'acide azotique fumant, soit par le brome. L'acide sulfurique fumant l'altère lentement, mais très-sensiblement.

» 7. L'ensemble des carbures obtenus dans l'opération précédente a été réuni et traité une troisième fois par l'acide iodhydrique à 280 degrés, pendant vingt-quatre heures. Le carbure obtenu passait entièrement entre 68°,5 et 70 degrés. Son analyse a donné :

$$\left.\begin{matrix} C\ldots\ldots & 84,32 \\ H\ldots\ldots & 15,70 \end{matrix}\right\} 100,02 \qquad \left.\begin{matrix} C\ldots\ldots & 84,21 \\ H\ldots\ldots & 15,69 \end{matrix}\right\} 99,90$$

Cette composition est trop voisine de celle de l'hydrure d'hexylène $C^{12}H^{14}$, et trop éloignée de celle du carbure $C^{12}H^{12}$, pour laisser place à un doute; quoique le carbure obtenu renferme encore une petite quantité d'un corps moins hydrogéné (1).

» 8. La réduction de la benzine donne donc réellement naissance au carbure saturé $C^{12}H^{14}$. Mais cette réduction s'opère en passant par les termes intermédiaires, tels que $C^{12}H^{8}$; $C^{12}H^{10}$; $C^{12}H^{12}$, termes qui répondent aux divers chlorures de benzine et de toluène signalés par les auteurs. J'ai moi-même réussi à fixer 2 équivalents d'hydrogène sur la benzine, au moyen de l'effluve électrique, le carbure résultant se transformant à mesure en polymères (2). Ces carbures et leurs homologues (3) se retrouveront probablement dans les huiles de schistes et de pétrole. Leurs points d'ébullition sont intermédiaires entre celui de la benzine, 80 degrés, et celui de l'hydrure d'hexylène, 69 degrés. Ces divers carbures sont d'autant plus stables qu'ils renferment une dose d'hydrogène plus considérable. Les carbures non saturés qui dérivent de la benzine se distinguent même des carbures isomères, acétyléniques $C^{2n}H^{2n-2}$, et éthyléniques $C^{2n}H^{2n}$, par une résistance bien plus grande à l'action du brome, aussi bien qu'à l'action des acides azotique et sulfurique fumants. J'avais signalé de tels caractères (4) pour l'hydrure de terpilène, $C^{20}H^{20}$, dérivé de la série cam-

---

(1) Peut-être y a-t-il là quelque limite d'équilibre entre l'hydrogène dégagé de l'acide iodhydrique et l'hydrogène fixé sur le carbure.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. X, p. 66.

(3) Quelques-uns de ces derniers, tels que $C^{14}H^{10}$, ont été signalés par M. Baeyer.

(4) *Bulletin de la Société chimique*, t. XL, p. 19.

phénique, dès mes premières publications. M. Landolph, dans ses essais sur l'essence d'anis et sur les carbures $C^{2n}H^{2n-2}$ qui en dérivent, et M. Wreden, dans ses recherches sur les carbures $C^{2n}H^{2n}$, dérivés de l'acide camphorique et de la naphtaline, ont fait des observations analogues.

» 9. Si la formation de ces hydrures de benzine successifs, de plus en plus stables, de plus en plus voisins des carbures complétement saturés, semble difficile à concilier avec la formule hexagonale de la benzine, elle s'explique au contraire aisément par la *Théorie des saturations relatives* ([1]), théorie qui rend compte, de la façon la plus précise, des limites de saturation propres à la benzine, au styrolène, à la naphtaline, et aux autres carbures pyrogénés. Elle consiste à envisager, dans un carbure complexe, le carbure fondamental qui tend à être saturé soit par l'hydrogène, soit par des carbures subordonnés.

» Prenons comme point de départ de nos raisonnements l'expérience qui consiste à faire la synthèse de la benzine par la condensation directe de trois molécules d'acétylène,



$$3C^4H^2 = C^{12}H^6,$$

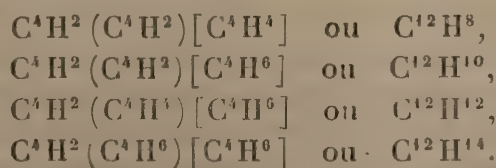
et envisageons la benzine comme dérivée d'une molécule fondamentale d'acétylène, carbure incomplet du second ordre, qui se trouve saturé par deux autres molécules d'acétylène; celles-ci étant subordonnées à la première, au même titre que l'hydrogène dans le tétrahydrure d'acétylène (autrement dit hydrure d'éthylène) :

» Acétylène : $C^4H^2(-)[-]$.

» Tétrahydrure d'acétylène : $C^4H^2(H^2)[H^2]$.

» Benzine : $C^4H^2(C^4H^2)[C^4H^2]$.

» La molécule fondamentale étant ainsi saturée dans la benzine, on s'explique pourquoi ce corps se comporte à la façon du formène dans la plupart des réactions. Je dis *dans la plupart*, et non *dans toutes*. En effet, les deux molécules d'acétylène subordonnées peuvent, à leur tour et séparément, fixer soit de l'hydrogène, soit du chlore, en engendrant les quatre carbures suivants et leurs dérivés :



$$C^4H^2(C^4H^2)[C^4H^4] \quad \text{ou} \quad C^{12}H^8,$$
$$C^4H^2(C^4H^2)[C^4H^6] \quad \text{ou} \quad C^{12}H^{10},$$
$$C^4H^2(C^4H^4)[C^4H^6] \quad \text{ou} \quad C^{12}H^{12},$$
$$C^4H^2(C^4H^6)[C^4H^6] \quad \text{ou} \quad C^{12}H^{14}.$$

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, t. VII, p. 315.

Tous ces carbures doivent offrir les mêmes caractères de stabilité et de saturation relatives que la benzine, la molécule fondamentale d'acétylène s'y trouvant pareillement complétée par deux carbures complémentaires. Mais le corps inscrit sur la dernière ligne est le seul dans lequel les deux molécules subordonnées se trouvent aussi complétées par de l'hydrogène; c'est donc le seul qui puisse jouer le rôle de carbure absolument saturé.

» 10. Quoi qu'il en soit, les expériences que je viens de décrire prouvent que l'action suffisamment intense et prolongée [1] de l'acide iodhydrique ramène tous ces carbures à la composition des carbures absolument saturés, tels que l'hydrure d'hexylène $C^{12}H^{14}$, volatil vers 69 degrés : composé que j'avais signalé dès mes premiers travaux comme le terme ultime de l'hydrogénation de la benzine, terme de saturation identique d'ailleurs pour la série grasse et pour la série aromatique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Réponse à une Note récente de M.* de Parville, « *Sur la variation semi-diurne du baromètre* » ; par M. **Faye.**

« M. de Parville déclare, dans cette Note [2] fort intéressante d'ailleurs, que ses observations de 1859, au Nicaragua, sur la variation horaire du baromètre, sont en pleine contradiction avec l'idée de précision extrême et presque mathématique que j'attribue à la loi de ce phénomène. Il a cru que j'avais voulu dire que l'observation des périodes isolées devenait de plus en plus précise, de telle sorte qu'en commençant en 1800 par des déterminations à un quart d'heure près, on devait être arrivé aujourd'hui à observer la durée de l'oscillation avec la précision de $\frac{1}{30}$ de seconde.

» Il y a là une méprise à laquelle les termes dont je me suis servi [3] ne prêtent nullement. Le savant auteur l'aurait facilement évitée s'il avait fait attention au procédé bien simple que j'ai suivi et que l'on a employé de tout temps pour déterminer, avec une grande précision, la période *moyenne* d'un phénomène à l'aide d'observations relativement grossières, mais comprenant un nombre considérable de ces périodes.

---

(1) Les durées de réaction observées dans ces nouveaux essais sont sensiblement plus longues que dans mes premières expériences; soit que le temps n'ait pas été noté avec une exactitude suffisante dans celles-ci, soit que les dispositions spéciales des bains d'huile aient maintenu les tubes à une température un peu moins élevée dans les derniers essais.

(2) *Comptes rendus*, séance du 29 octobre dernier, p. 797 de ce volume.

(3) *Comptes rendus*, p. 718 de ce volume.

» Au lieu d'employer l'observation de M. de Humboldt, si pleinement confirmée pour l'époque actuelle par M. Broun, on peut recourir à celle de M. de Parville lui-même, qui fixe à 25 minutes le degré d'incertitude avec lequel on déterminerait directement une période isolée au moyen de l'observation de l'une de ses deux phases principales. Comme on s'accorde à reconnaître que, depuis 1800 jusqu'à nos jours, ce phénomène continue à présenter le même caractère dans les mêmes lieux, on est certain que dans les 76 années il y a eu 27740 périodes barométriques. Puisque chacune d'elles, isolément déterminée par mesure directe, donne un jour solaire moyen à 25 minutes près, il est évident que la période *moyenne* sera aussi d'un jour solaire moyen, mais à $\frac{25^m}{27740}$ ou $0^s,054$ près.

» Et, si le phénomène se soutient ainsi pendant les 76 années qui vont suivre, je veux dire si l'on n'y reconnaît pas d'altération systématique non soupçonnée jusqu'ici, on conclura, avec des observations de même précision que celles de M. de Parville, que la période moyenne est d'un jour solaire moyen à $0^s,027$ près.

» Tout le monde sait que c'est par ce procédé que les astronomes déterminent, à la longue, avec tant de précision, la durée moyenne de la révolution des corps célestes, bien que chaque période, prise à part, ne puisse être mesurée directement avec une suffisante exactitude. Les météorologistes font aussi un continuel et fort légitime emploi du même procédé. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *L'Échidné de la Nouvelle-Guinée.* Note de M. **Paul Gervais.**

« On sait, depuis quelque temps, qu'il existe des Monotrèmes de la famille des Échidnés, non-seulement en Tasmanie et à la Nouvelle-Hollande, mais aussi à la Nouvelle-Guinée, et MM. Peters et Doria ont publié la description d'un crâne de l'espèce propre à cet archipel ([1]), qui appartient au Musée de Gênes; toutefois les autres caractères de l'espèce sont restés inconnus.

» J'ai eu l'occasion d'étudier tout dernièrement deux exemplaires de l'Échidné de la Nouvelle-Guinée, apportés à Paris par M. Léon Laglaize, qui se les est procurés, avec le concours de M. Bruijn, de Ternate, dans les montagnes des Karons, à une hauteur de 1150 mètres. Les naturels les

([1]) *Tachyglossus Bruijnii*, Peters, *Ann. Mus. Génes*, t. IX, p. 603 (décembre 1876).

y appellent *Nodiaks*, et ils leur donnent la chasse au moyen de chiens, qui les délogent des profonds terriers dans lesquels ils se tiennent.

» L'Échidné de la Nouvelle-Guinée diffère par des caractères bien tranchés de celui de l'Australie, et il paraît devoir être distingué de ce dernier non-seulement comme espèce, mais encore comme genre.

» Il est plus fort et sa couleur n'est pas la même. Ses poils sont noirâtres, au lieu d'être d'un brun roussâtre, et ses piquants sont entièrement blancs dans le sexe mâle, en grande partie noirs, au contraire, dans la femelle; chez celle-ci la pointe d'un certain nombre d'entre eux passe au blanc. On sait que leur pointe est noire dans l'Échidné véritable. Mais ce qui a une valeur plus grande, c'est que les ongles, d'ailleurs forts et disposés pour fouiller le sol, ne sont qu'au nombre de trois aux pieds de devant comme à ceux de derrière et que le rostre, dont la couleur est noire, est beaucoup plus long que dans l'*Echidna aculeata* (¹) et qu'il est sensiblement arqué. La langue mérite aussi d'être mentionnée; elle est très-grêle et beaucoup plus longue (²) que dans l'Échidné déjà connu; les papilles cornées de sa base n'ont pas la même disposition que dans ce dernier et sa partie antérieure, qui est disposée en gouttière, présente trois séries d'épines dont deux marginales et une médiane, tandis que celle de l'Échidné antérieurement décrit est lisse, sauf à sa base. Le nombre des vertèbres et celui des côtes ne sont pas non plus identiquement les mêmes et, outre que les os sont plus robustes, on y remarque quelques caractères de forme un peu différents. C'est ce que je montrerai dans le Mémoire détaillé que je prépare au sujet de ce curieux animal.

» Je proposerai de donner au genre formé pour l'Échidné de la Nouvelle-Guinée le nom d'*Acanthoglossus;* l'espèce qui lui sert de type deviendra ainsi l'*A. Bruijnii.* »

GÉOGRAPHIE. — *Sur un projet de canal interocéanique; études de la Commission internationale de l'isthme du Darien*. Note de M. DE LESSEPS.

« Le dernier congrès géographique tenu à Paris, auquel divers projets de canaux interocéaniques avaient été soumis, a émis le vœu qu'une Commission fût formée pour examiner ces projets et donner à leur sujet une opinion scientifique. La Société de Géographie de Paris fut chargée de nom-

(¹) 0,12 au lieu de 0,04.

(²) 0,270 au lieu de 0,085.

mer la Commission ; elle en choisit les membres et me fit l'honneur de me désigner pour les présider.

» Dès nos premières réunions, tous mes collègues furent d'accord pour déclarer que, parmi les tracés de canaux interocéaniques, il n'y en avait que deux sur lesquels il convînt de porter notre attention : le tracé par le Nicaragua et celui du Darien ; mais en même temps nous fûmes d'avis que, si le tracé par le Darien offrait la possibilité d'être exécuté sans écluses et permettait un passage toujours ouvert pour laisser passer les navires d'un océan à l'autre, cette solution devait être préférée, même s'il en résultait une augmentation de dépenses de première construction, afin d'obtenir un canal réellement maritime, comme celui de Suez.

» Les auteurs ou propagateurs des deux projets furent invités à nous présenter leurs études, qui ne furent pas jugées suffisantes.

» Les partisans du tracé par le Darien avaient l'avantage d'agir en vertu d'une concession accordée par le Gouvernement colombien au général Turr, aide-de-camp du roi d'Italie, tandis que les deux Gouvernements intéressés dans la voie du Nicaragua ne s'étaient point encore mis d'accord pour autoriser la formation d'une compagnie financière.

» Une récente exploration scientifique internationale, accomplie sous la direction de M. L.-B. Wyse, lieutenant de vaisseau de la marine française, beau-frère du général Turr, vient d'être l'objet d'un très-remarquable Rapport que l'auteur m'a demandé de présenter à l'Académie, et qui sera lu avec un vif intérêt par mes savants confrères.

» Quelques passages suffiront pour donner une idée de l'importance de ce travail :

« Sans y comprendre le souterrain, ce tracé, complétement à niveau, n'a que 55 kilomètres à proprement parler ; il emprunte, en outre, la partie profonde du cours de la Tuyra maritime jusqu'en aval de l'île du Piriaque ou des Alligators, d'où il rejoint, par une coupure en droite ligne de 16200 mètres, le Chucunaque près du confluent du Tupisa, dont il suit le thalweg pendant 11400 mètres. A partir de l'embouchure de la *quebrada* Sucia, il se dirige vers le nord-est, par la vallée du Tiati, jusqu'au point où le tunnel devient financièrement économique, c'est-à-dire que, sur environ 17 kilomètres, il passe alors au sud du pic de Gandi, sous la dépression si remarquable où prennent naissance, d'un côté, un bras du Tuquesa, le Tupisa, le Tiati, et de l'autre le Tolo et l'Acanti. En retrouvant la cote de 50 mètres au-dessus du niveau moyen de l'Atlantique, il continue en tranchée ouverte sur à peu près 10 kilomètres par les vallées de l'Acanti et du Tolo, jusqu'aux eaux profondes de Port-Gandi.

» La longueur du souterrain pourrait varier de 9300 à 18500 mètres ; il est très-vraisemblable qu'elle serait seulement de 13 à 14 kilomètres.

» Il résulte de devis calculés au maximum que le canal reviendrait à 600 millions.

» ... Nulle part nous n'avons rencontré de terrains à éboulements.

» Presque partout nous avons trouvé une épaisseur de terre végétale variant de 2 à 7 mètres, suivant la proximité des contre-forts avoisinants et recouvrant une autre couche d'argiles diversement colorées, suffisamment tenaces et mélangées de sables, surtout vers le bas des rivières. La limite des marées marque d'une façon approchée le point où l'argile cesse d'être aussi sablonneuse.

» Il est inutile de faire remarquer combien cette nature du sol est heureuse, dans un pays soumis à des pluies torrentielles : la plasticité des couches argileuses permet d'espérer que le lavage des terres par les météores aqueux serait sans importance au point de vue de la dégradation et des ensablements du canal; il en serait de même du remous produit par l'action des vagues soulevées par le passage des navires.

» ... Nous avons opéré dans une contrée absolument déserte et inexplorée, entièrement couverte d'une végétation sauvage, touffue et puissante; les investigations ont donc été particulièrement difficiles. Cependant nous pouvons affirmer tout d'abord que les matériaux de construction ne feront jamais défaut. Relativement aux bois, toutes les essences qui croissent sous les tropiques ont des représentants dans ces belles forêts, depuis les plus durs et les plus denses, tels que le *gayac*, le *tapalisa*, le *mora*, le *nispero*, l'*espinoso*, le *roble*, le *ceiba*, le *hobo*, le *yaya*, l'*almendro*, l'*algarobo*, le *bois de fer*, le *cacique*, l'imputrescible *curutu*, l'*acajou*, l'*espavés*, le *bongo*, le *cèdre jaune et rouge*, le *juecito*, le *grenadillo*, le *palissandre*, le *guayacan*, le *pena*, le *coajado*, le *higueron*, le *sorro*, etc., presque tous incorruptibles et inattaquables aux vers, jusqu'aux plus légers, tels que l'immense *quipo* aux fibres d'une contexture textile, le *guayavo*, le *gachapala* qui remplace le pin pour faire des mâtures, le *panama* et surtout le *balsal*, dont le poids spécifique est très-inférieur au liége.

» En ce qui concerne les autres matériaux, les pierres calcaires, sans être abondantes, se rencontrent en quantité suffisante; certains grès présentent toutes les conditions voulues pour être employés avec avantage; la plupart des argiles pourraient fournir d'excellentes briques, des tuiles, tuyaux, vases grossiers, etc., et même des poteries; les madrépores et les coraux, si fréquents particulièrement près des côtes de l'Atlantique, donneraient les diverses espèces de chaux. Enfin, si on voulait les exploiter, on aurait de la houille, à proximité du Tuquesa, par exemple, du fer et du cuivre à l'état natif ou mélangés à d'autres métaux encore plus précieux. »

Après avoir rendu hommage au dévouement des officiers de marine et des ingénieurs auxquels on doit d'avoir mené à terme ce remarquable voyage d'exploration, M. de Lesseps ajoute :

« Les concessionnaires du projet du Darien avaient d'abord dirigé leurs opérations entre les bouches du fleuve Tuyra, sur l'océan Pacifique, et les bouches du fleuve Atroto, sur l'océan Atlantique; mais ce tracé a été reconnu inexécutable. Une partie de la Commission d'exploration parcourut alors les terrains compris entre le point où le Tuyra cesse d'être navigable pour les grands navires et l'océan Atlantique, en se dirigeant vers le nord.

C'est ce tracé qui prévoit la nécessité d'un souterrain; mais, comme les opérations géodésiques de ce nouveau tracé n'ont pu être achevées l'année dernière, M. le lieutenant Wyse doit s'embarquer dans deux jours à Saint-Nazaire, pour compléter ses études. Il emmènera avec lui M. le lieutenant de vaisseau Reclus. L'énergie et la persévérance de ces officiers distingués méritent les plus grands éloges. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. **Rohart** adresse, par l'entremise de M. Chevreul, une réclamation de priorité, relative au procédé récemment indiqué par M. C. Cassius, pour la fixation du sulfure de carbone à l'état solide, au moyen de la gélatine.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Faverie** adresse une Note relative à un procédé de destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. E. **Sorel** adresse une Note relative à un appareil destiné à soumettre les gaz à de hautes pressions.

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Berthelot.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation d'un décret qui autorise l'Académie à accepter le legs de *deux mille francs* de rente qui lui a été fait par le Dr Pourat, pour la fondation d'un prix annuel à décerner sur une question de Physiologie.

ASTRONOMIE. — *Systèmes stellaires formés d'étoiles associées dans un mouvement propre commun et rapide.* Note de M. C. **Flammarion**.

« Ces systèmes, formés d'étoiles éloignées les unes des autres à plus d'une minute de distance angulaire, et qui ne paraissent pas se ranger, quant à présent du moins, dans les systèmes orbitaux, se révèlent à l'analyse à mesure qu'on approfondit davantage l'étude des mouvements

propres et ceux que j'ai précédemment signalés; j'ajouterai aujourd'hui les suivants :

I. — Régulus et 19749 Lalande.

» Régulus est précédé au nord-ouest par une petite étoile de 8e $\frac{1}{2}$ grandeur, dont la relation a été mesurée micrométriquement pour la première fois par Ch. Mayer il y a juste un siècle, en 1777. Je l'ai mesurée avec soin cette année, et j'ai constaté que la relation est exactement la même qu'il y a cent ans.

	Angle.	Distance.	
1777..........	306°.27'	2'.57",2	Ch. Mayer.
1877..........	306.42	2.56,9	Flammarion.

» Il y a d'autres mesures intermédiaires, par Piazzi, Lalande, Herschel, South, Smyth, Struve, Secchi, Dembowski, Engelmann, Wilson, qui concordent suffisamment pour confirmer cette fixité, quoique quelques astronomes aient cru remarquer un changement que les uns ont attribué à un indice de mouvement orbital, et les autres au mouvement propre (voir Smyth, *Celestial cycle*, CCCLXXIV). Mais la fixité relative de ces deux étoiles est aujourd'hui certaine et prouvée par un intervalle d'un siècle entier.

» Qu'un mouvement orbital de la petite autour de la grande se manifeste dans les siècles futurs, c'est ce que nous ne pouvons préjuger : rien ne le fait pressentir.

» D'après l'ensemble des observations faites sur Régulus, depuis Bradley, nous pouvons conclure que cette étoile est animée du mouvement propre suivant [que j'ai tiré de la combinaison des valeurs les plus rigoureuses, Argelander, Main (Greenwich) et Le Verrier] :

$$Æ - 0^s,018;\quad D.P. - 0'',012.$$

» En réduisant l'Æ en arc de grand cercle et résolvant le triangle, on trouve que, depuis un siècle, l'étoile brillante Régulus et l'étoile télescopique de 8e $\frac{1}{2}$ grandeur qui l'accompagne se sont avancées de près de 27 secondes d'arc dans l'espace, en restant fixes l'une par rapport à l'autre. Cette communauté de mouvement fait conclure qu'elles sont à la même distance de nous et qu'elles se trouvent dans le même cas que les systèmes stellaires signalés précédemment. La direction de ce mouvement forme un angle de 45 degrés environ avec la perspective due à la translation du système solaire.

» Plusieurs étoiles voisines semblent marcher dans cette même direction; entre autres A du Lion, o 48,49 et Σ 1399. Il y a un petit compagnon à 19749 Lal., si faible que je n'ai pu le mesurer.

II. — ζ^1 et ζ^2 du Réticule.

» Ces deux étoiles, de $5^e,7$ et $5^e,9$ grandeur, éloignées l'une de l'autre de $26^s,26$ en Æ et de $4'2''$ en Ⓓ, se présentent également comme associées par un mouvement propre commun et très-rapide. Nous avons, en effet, les évaluations suivantes pour ce mouvement propre :

	Æ	D.P.	
	s	"	
ζ^1	+ 0,127	— 0,72	B.A.C.
ζ^2	+ 0,123	— 0,77	
ζ^1	+ 0,240 :	— 0,80	Jacob—Brisbane.
ζ^2	+ 0,180	— 0,77	
ζ^1	+ 0,158	— 0,75	Jacob—La Caille.
ζ^2	+ 0,159	— 0,79	

» Cette dernière valeur, fondée sur un intervalle de plus d'un siècle, paraît la plus sûre. Mais, quel que soit le chiffre adopté, la similitude des mouvements est certaine ; la translation est, comme on le voit, très-rapide. Ce mouvement est dirigé presque en ligne droite vers la région céleste d'où nous venons, de sorte que la perspective due à notre propre translation entre pour une partie importante dans le déplacement apparent constaté. Ce couple n'est sans doute pas très-éloigné de nous [1]. »

---

[1] Fait remarquable, il y a, dans cette région du ciel, un véritable courant d'étoiles dirigé vers le point opposé à la direction du système solaire dans l'espace. Je signalerai notamment le groupe formé par

	Mouvement probable. Jacob—Brisbane. Æ	D.P.
	s	"
α Hydre mâle	+ 0,037	— 0,03
531 B.A.C.	+ 0,037	0,00
417 B.A.C.	+ 0,041	+ 0,01

et, comme mouvements propres plus rapides :

681 B.A.C.	+ 0,187	— 0,51
χ Éridan	+ 0,075	— 0,32

(La fin de la note est à la page suivante.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'ordre (ou la classe) d'une courbe plane algébrique, dont chaque point (ou chaque tangente) dépend d'un point correspondant d'une autre courbe plane et de la tangente en ce point. Extension aux surfaces.* Note de M. G. **Fouret**, présentée par M. Chasles.

« 1. M. Chasles, dans deux Communications du mois d'août dernier, a fait connaître trois lois très-générales, régissant une catégorie nombreuse de lieux géométriques. J'ai trouvé, pour une de ces lois, une démonstration fort simple, qui m'a conduit à une loi semblable pour l'espace, dont je donnerai plus loin l'énoncé et la démonstration. Le théorème de M. Chasles [1], dont je m'occupe en ce moment, peut s'énoncer de la manière suivante :

» *L'ordre d'une courbe algébrique plane, lieu d'un point mobile, constamment lié à un autre point mobile qui décrit lui-même une courbe plane et à la tangente en ce point, par l'intermédiaire de conditions indépendantes de cette deuxième courbe, est une fonction linéaire et homogène de l'ordre et de la classe de cette dernière. Il en est de même de la courbe enveloppe d'une droite mobile, dont le mouvement est déterminé de la même manière* [2].

---

et, à 7 heures au delà, à la même distance du pôle austral, le groupe :

6136 B.A.C....	$0^s,000$	$+1'',16$
6170 B.A.C....	$+0,005$	$+1,14$
6430 B.A.C....	$0,000$	$+1,00$
6472 B.A.C....	$0,000$	$+1,00$
6481 B.A.C....	$+0,001$	$+1,00$

Toutes ces étoiles paraissent marcher ensemble vers le même point opposite de notre translation. Mais les mouvements propres, déterminés dans l'hémisphère austral, sont en général si incertains, que nous ne pouvons qu'appeler l'attention des observateurs de cet hémisphère sur ces groupes, si curieux, sans rien affirmer, quant à présent. Il est possible que pour un grand nombre d'étoiles, comprises dans l'intérieur du 60e degré de distance au pôle sud, les grands mouvements propres accusés proviennent d'erreurs d'observation. Mais, si la majorité de ces mouvements sont réels, la conclusion que nous pouvons en tirer dès aujourd'hui est qu'il y a dans cet hémisphère un plus grand nombre d'étoiles plus rapprochées de nous que dans l'hémisphère boréal : la perspective de notre translation séculaire y est beaucoup plus évidente.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 362 (séance du 13 août 1877).

(2) La démonstration de ce théorème peut se conclure immédiatement de résultats plus généraux donnés par M. Halphen (*Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 705). Celle que je vais en donner présentera donc surtout l'intérêt de pouvoir s'étendre à l'espace.

» 2. Les deux parties du théorème étant corrélatives, il suffit de démontrer la première. Soit

(1) $$\varphi(x, y) = 0$$

l'équation de la courbe donnée U_m^n, du $m^{ième}$ ordre et de la $n^{ième}$ classe.

» Désignons par ξ, η les coordonnées d'un point quelconque du lieu dont on cherche l'ordre : les relations qui lient ce point au point (x, y), correspondant de U_m^n, peuvent toujours, par suite de l'élimination des paramètres auxiliaires, se réduire à deux seulement

(2) $$\begin{cases} F_1\left(\xi, \eta, x, y, \dfrac{dy}{dx}\right) = 0, \\ F_2\left(\xi, \eta, x, y, \dfrac{dy}{dx}\right) = 0. \end{cases}$$

» Si l'on voulait avoir l'équation du lieu, il faudrait éliminer x, y, $\frac{dy}{dx}$ entre les équations (1) et (2), et l'équation

(3) $$\varphi'_x + \varphi'_y \frac{dy}{dx} = 0.$$

Mais nous cherchons l'ordre de ce lieu, et pour cela il suffit de déterminer le nombre de ses points d'intersection avec une droite quelconque

(4) $$a\xi + b\eta + c = 0.$$

Or ce nombre n'est autre que le nombre des solutions en ξ, η, x, y, $\frac{dy}{dx}$, qui vérifient le système des cinq équations (1), (2), (3), (4), ou encore le nombre des solutions en x, y, $\frac{dy}{dx}$, vérifiant à la fois les équations (1), (3) et

(5) $$\psi\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right) = 0,$$

obtenue en éliminant ξ et η entre (2) et (4). Mais l'équation (5) définit un *système de courbes*, doué de deux *caractéristiques*, *droite* et *point*, α et β, et lié uniquement aux équations (2), c'est-à-dire aux conditions de la question, indépendantes, par hypothèse, de la courbe U_n^m. D'ailleurs chercher le nombre des solutions de l'ensemble des équations (1), (3), (5), c'est, au point de vue géométrique, chercher le nombre des branches de courbes du système (5) qui touchent U_m^n, et l'on sait, d'après un théorème connu, que ce nombre est égal à $\alpha m + \beta n$. Donc, etc.

» 3. Voici maintenant l'énoncé d'un théorème relatif aux surfaces algébriques, et tout à fait analogue à celui qui précède :

» *L'ordre d'une surface algébrique, lieu géométrique d'un point mobile,*

constamment lié à un point mobile sur une autre surface algébrique, et au plan tangent en ce point, par l'intermédiaire de conditions indépendantes de cette deuxième surface, est une fonction linéaire et homogène de l'ordre, de la classe et du rang de cette dernière. Il en est de même de la classe d'une surface, enveloppe d'un plan mobile, dont le mouvement est déterminé de la même manière.

» Ce théorème comprend, comme cas particuliers, les énoncés III et IV de ma Communication du 23 juillet dernier ([1]). Il se démontre fort simplement, comme on va le voir. Il suffit d'ailleurs de démontrer la première partie du théorème, la seconde s'en déduisant dualistiquement.

» 4. Soit

$$(1) \qquad \varphi(x, y, z) = 0$$

l'équation de la surface donnée (m, n, r), d'ordre m, de classe n et de rang r. Désignons par ξ, η, ζ les coordonnées d'un point quelconque du lieu dont on cherche l'ordre. Nous pouvons supposer qu'entre les équations de condition qui définissent ce lieu, on ait préalablement éliminé les paramètres auxiliaires; ces équations se réduisent alors à trois :

$$(2) \qquad \begin{cases} F_1(\xi, \eta, \zeta, x, y, z, p, q) = 0, \\ F_2(\xi, \eta, \zeta, x, y, z, p, q) = 0, \\ F_3(\xi, \eta, \zeta, x, y, z, p, q) = 0, \end{cases}$$

dans lesquelles nous supposons $p = \frac{dz}{dx}$, $q = \frac{dz}{dy}$. On obtiendrait évidemment l'équation du lieu en éliminant x, y, z, p et q entre (1), (2) et

$$(3) \qquad \begin{cases} \varphi'_x + p\varphi'_z = 0, \\ \varphi'_y + q\varphi'_z = 0. \end{cases}$$

Mais nous voulons seulement déterminer l'ordre du lieu en question, c'est-à-dire le nombre de ses points d'intersection avec une droite quelconque

$$(4) \qquad \begin{cases} a_1\xi + b_1\eta + c_1\zeta + d_1 = 0, \\ a_2\xi + b_2\eta + c_2\zeta + d_2 = 0. \end{cases}$$

Or ce nombre est manifestement égal au nombre des solutions en ξ, η, ζ, x, y, z, p, q du système des équations (1), (2), (3), (4), ou bien encore au nombre des solutions en x, y, z, p, q de l'ensemble des équations (1)

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 216.

et (3), et des deux suivantes :

$$(5) \qquad \begin{cases} \psi_1(x, y, z, p, q) = 0, \\ \psi_2(x, y, z, p, q) = 0, \end{cases}$$

obtenues en éliminant ξ, η, ζ entre les équations (2) et (4).

» Mais l'ensemble des deux équations (5) définit, comme je l'ai déjà fait remarquer antérieurement ([1]), un *système de surfaces* généralement transcendantes, doué de trois *caractéristiques*, α, β, γ, qui sont respectivement les nombres de nappes de ces surfaces qui touchent un plan quelconque, passent par un point quelconque et sont tangentes à une droite quelconque. Dans le cas actuel, les surfaces du système (α, β, γ) dépendent exclusivement des équations (2), c'est-à-dire des conditions de la question indépendantes, par hypothèse, de la surface (m, n, r). D'ailleurs, chercher le nombre des solutions de l'ensemble des équations (1), (3), (5), c'est, au point de vue géométrique, chercher le nombre des contacts des surfaces du système (5) avec la surface (m, n, r), et l'on sait, d'après un théorème connu ([2]), que, dans le cas où le système et la surface sont indépendants, ce nombre est $\alpha m + \beta n + \gamma r$. Donc, etc. »

GÉOMÉTRIE. — *Applications d'un mode de représentation plane de classes de surfaces réglées;* par M. A. Mannheim.

« Je conserve les notations et les figures de ma précédente Communication (séance du 29 octobre 1877).

» Supposons que *la courbe représentative soit une simple droite*. Cela revient à dire que toutes les droites auxiliaires sont confondues en une seule ([3]). Tous les points de cette droite jouissent alors de la propriété démontrée précédemment pour le point a' et toutes les lignes asymptotiques de la surface réglée (S_n) sont, dans ce cas, des trajectoires orthogonales des génératrices de cette surface. La ligne de striction elle-même est une de ces trajectoires orthogonales, ligne asymptotique de (S_n). Si nous prenons alors, comme origines des droites auxiliaires, les points de cette ligne de striction, la surface (S_n) sera représentée par une droite parallèle à l'axe

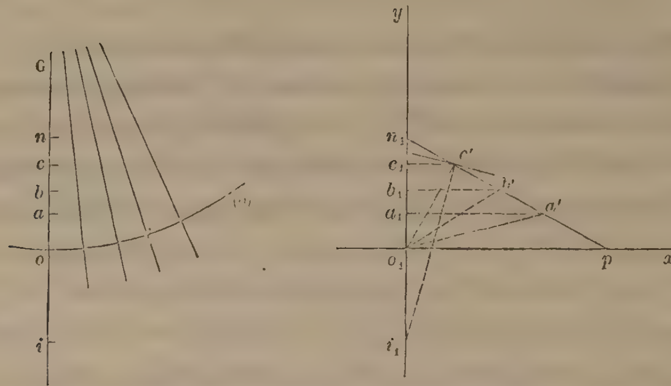
---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 167.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 170. *Voir* aussi Brill (*Mathematischen Annalen*, VIII Band, 4 Heft).

([3]) On pourrait conclure de là que (o) est une hélice, si l'on admettait comme démontré que la courbe dont les deux rayons de courbure sont constants est une hélice.

des y. Cette nouvelle représentation montre qu'en chacun de ses points la ligne de striction a un rayon de courbure infini; par suite, c'est *une ligne droite.*



» La surface (S_N) a toutes ses génératrices perpendiculaires à cette droite. Elle admet donc un plan directeur. Projetons-la sur ce plan directeur; la ligne de striction se projette en un point, les génératrices se projettent suivant des droites partant de ce point, et les lignes asymptotiques se projettent suivant des trajectoires orthogonales de ces droites, c'est-à-dire suivant des circonférences de cercles concentriques. Par suite, les génératrices de (S_N) sont normales à des cylindres dont l'axe de révolution est la ligne de striction de cette surface, et alors les lignes asymptotiques de (S_N) ont leurs plans osculateurs normaux à ces cylindres et sont des lignes géodésiques de cylindres de révolution, c'est-à-dire des hélices. Nous pouvons dire alors que :

» *Les surfaces, lieux des normales principales d'une courbe, qui sont représentées par une droite, sont des hélicoïdes gauches à plan directeur.*

» On a maintenant tout de suite la réponse à cette question :

» *Quelle est la surface réglée pour laquelle les rayons de courbure principaux sont, en chaque point, égaux et de signes contraires?*

» Cette surface a pour lignes asymptotiques des trajectoires orthogonales de ses génératrices. Elle est alors représentée par une droite : donc *c'est un hélicoïde gauche à plan directeur.*

» Supposons que *la courbe représentative d'une surface* (S_N) *soit une parabole ayant* o''_1 *pour foyer et* $o_1\,y$ *pour axe,* autrement dit, la relation entre les rayons de courbure de (o) est l'équation tangentielle d'une parabole.

» Cette relation est

$$\frac{1}{\rho^2}+\frac{1}{r^2}=\frac{1}{\lambda\rho}. \tag{1}$$

» Les projections de o_1 sur les tangentes de cette parabole sont sur la

tangente au sommet de cette courbe. Les points, tels que c', se projettent alors en un même point c_1 sur $o_1 y$. De là résulte que :

» *La ligne de striction de la surface* (S_N), *relative à une courbe dont les rayons de courbure sont liés par la relation* (1), *est une trajectoire orthogonale des génératrices de cette surface.*

» Prenons pour origines des droites auxiliaires les points de cette ligne de striction. Les nouvelles droites auxiliaires sont alors parallèles à $o_1 y$, et nous voyons ainsi que, pour un quelconque de ses points, la ligne de striction a un rayon de courbure géodésique infini. Cette ligne est donc une géodésique de (S_N), et nous avons cette propriété :

» *La surface* (S_N), *relative à une courbe dont les rayons de courbure ont entre eux la relation* (1), *est le lieu des binormales d'une courbe gauche.*

» Si les origines de droites auxiliaires sont les points d'une trajectoire orthogonale quelconque de la surface formée par les binormales d'une courbe gauche, ces droites envelopperont encore une parabole. De là ce théorème :

» *Sur la surface formée par les binormales d'une courbe gauche, les trajectoires orthogonales des génératrices ont leurs rayons de courbure géodésique et leurs rayons de torsion géodésique liés par la relation*

$$\frac{1}{\rho_g^2} + \frac{1}{r_g^2} = \frac{1}{\lambda \rho_g},$$

dans laquelle ρ_g *est un rayon de courbure géodésique,* r_g *un rayon de torsion géodésique et* λ *une constante.*

» Les propriétés de la parabole conduisent à des propriétés des surfaces représentées par cette courbe. En voici un seul exemple : la portion d'une tangente à une parabole comprise entre son point de contact et l'axe de la courbe, est partagée en parties égales par la tangente au sommet. On déduit de là que :

» *Sur la surface* (S_N) *relative à une courbe* (o) *dont les rayons de courbure ont entre eux la relation* (1), *la ligne de striction partage en parties égales les segments compris sur chaque normale de* (o) *entre le centre de courbure de cette courbe et le point pour lequel* (S_N) *a ses rayons de courbure égaux et de signes contraires.*

» Avant d'énoncer d'autres résultats, nous pouvons maintenant faire quelques remarques générales relatives à notre nouveau mode de représentation.

» Donner une relation entre les rayons de courbure d'une courbe revient à donner l'équation tangentielle de la courbe représentative des surfaces

formées par les normales principales des courbes pour lesquelles cette relation convient. La podaire de cette courbe représentative, pour l'origine o_1, correspond à la ligne de striction de ces surfaces. Cette courbe podaire ne change pas lorsqu'on prend de nouvelles origines pour les droites auxiliaires; on peut dire alors que cette courbe podaire est aussi une courbe pouvant représenter ces surfaces.

» C'est ainsi que la surface formée par les normales principales communes à deux courbes est représentée par une circonférence de cercle [1].

» Et alors, si nous revenons pour ces dernières surfaces aux courbes représentatives formées par l'enveloppe des droites auxiliaires relatives aux points d'une trajectoire orthogonale quelconque, pris comme origines, nous voyons que :

» *La surface formée par les normales principales communes à deux courbes est représentée par une ellipse ou une hyperbole, selon la position de la trajectoire orthogonale de ces normales dont on prend les points comme origines des droites auxiliaires.*

» Par l'équation tangentielle de cette conique on a tout de suite *la liaison suivante, qui existe entre les rayons de courbure géodésique et les rayons de torsion géodésique pour les points d'une trajectoire orthogonale des normales principales communes à deux courbes,*

$$\left(\frac{1}{\rho_g}-\frac{1}{\lambda}\right)^2+\left(\frac{1}{r_g}-\frac{1}{\mu}\right)^2=\frac{1}{\nu^2},$$

dans laquelle λ, μ, ν *sont des constantes.*

» Après ce qui précède, on démontrera facilement les théorèmes suivants :

» *Lorsque le produit des deux rayons de courbure d'une courbe est constant, les milieux des rayons de courbure de cette courbe sont les points pour lesquels la surface formée par ses normales principales a ses rayons de courbure égaux et de signes contraires.*

» *Lorsque la somme des carrés des courbures d'une courbe est constante, les points centraux des génératrices de la surface formée par ses normales principales sont les points pour lesquels les rayons de courbure principaux de cette surface sont égaux et de signes contraires,* etc., etc., etc.

» Je montrerai prochainement comment on peut étendre les résultats que renferment cette Communication et la précédente. »

---

[1] Voir *Journal de Mathématiques*, 2e série, t. XVII : *Sur la surface gauche lieu des normales principales de deux courbes.*

CHIMIE. — *Sur la liquéfaction de l'acétylène.* Note de M. **Cailletet**, présentée par M. Berthelot.

« L'acétylène est bien connu depuis les beaux travaux de M. Berthelot, qui a fait une étude complète de ce gaz.

» En étudiant récemment la compressibilité de l'acétylène, j'ai constaté qu'il s'écartait de la loi de Mariotte, sous les hautes pressions, et j'ai pu le liquéfier.

» L'appareil que j'emploie, et qui peut servir également à la liquéfaction d'un grand nombre de gaz, se compose d'un cylindre creux en acier, sorte d'éprouvette renversée, dont les parois sont assez épaisses pour résister à la pression de plusieurs centaines d'atmosphères. La partie supérieure de l'appareil porte un pas de vis qui permet d'y fixer, au moyen d'un écrou de bronze, le réservoir en verre qui contient le gaz à liquéfier. Ce réservoir est formé d'un tube épais et de petit diamètre, soudé à un tube plus large qui plonge dans le mercure dont on a rempli le cylindre creux.

» L'éprouvette est donc soumise, à l'intérieur et à l'extérieur, à des pressions égales, ce qui permet de lui donner des dimensions notables, malgré les hautes pressions qu'elle devra supporter ; quant au tube de petit diamètre qui la surmonte, il est soumis intérieurement aux pressions qui déterminent la liquéfaction, tandis que ses parois extérieures supportent seulement la pression atmosphérique. Un épaulement de métal livre passage au tube de petit diamètre qui s'y trouve mastiqué; ce tube s'élève verticalement, ce qui permet de suivre à l'œil nu toutes les phases de la liquéfaction : pour plus de sécurité, il est bon d'entourer cette partie de l'appareil d'un cylindre plus large rempli d'eau.

» On comprime le gaz au moyen d'une pompe hydraulique par l'intermédiaire d'une couche de mercure.

» Lorsqu'on comprime l'acétylène au moyen de cet appareil, la température du gaz étant de + 18 degrés, on voit, à la pression de 83 atmosphères, de nombreuses gouttelettes se former et couler contre les parois intérieures du tube. En réduisant la pression de quelques atmosphères, le liquide se résout subitement en gaz et le tube se remplit pendant un instant d'un épais brouillard.

» L'acétylène liquide est incolore, extrêmement mobile; il paraît être très-réfringent, il est bien plus léger que l'eau, dans laquelle il se dissout en forte proportion. Il dissout la paraffine, les matières grasses.

» Lorsqu'on refroidit à zéro l'acétylène liquide en présence de l'eau et de l'huile de lin, il se forme un composé blanc, neigeux, qui se détruit en dégageant de nombreuses bulles de gaz, lorsqu'on le chauffe légèrement ou qu'on abaisse la pression.

» L'acétylène se liquéfie aux pressions suivantes :

A	+ 1°	sous	48^{atm}
	2,5	»	50
	10	»	63
	18	»	83
	25	»	94
	31	»	103

» Il m'a paru intéressant de comparer les tensions de l'acétylène, de l'éthylène et de l'hydrure d'éthylène ; ces trois gaz renfermant sous les mêmes volumes des poids de carbone égaux, unis à des volumes d'hydrogène qui sont entre eux :: 1 : 2 : 3.

» J'ai, en effet, réussi à liquéfier l'hydrure d'éthylène en opérant sur un échantillon que je dois à l'obligeance de M. Berthelot.

» J'ai constaté que ce gaz se liquéfie à environ 46 atmosphères, à la température de +4 degrés ; sa liquéfaction semble donc se produire à une pression un peu moins élevée que celle de l'acétylène.

» D'après Faraday, l'éthylène aurait une tension de 44 atmosphères vers zéro. Les tensions des trois carbures vers zéro sont donc peu éloignées.

» En résumé, l'appareil dont je me sers est d'une telle simplicité et si facile à manier sans aucun danger, que l'on pourra, je l'espère, l'employer dans les cours et dans les laboratoires pour répéter couramment les expériences de ce genre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réaction de l'acide chlorhydrique sur deux butylènes isomériques et sur les oléfines en général* [1]. Note de M. **J.-A. Le Bel**, présentée par M. Wurtz.

« En faisant réagir à froid une solution d'acide chlorhydrique saturée

---

[1] Selon une idée développée par M. Wurtz, dans une conférence faite en 1875, toutes les oléfines peuvent être dérivées de l'éthylène par la substitution de radicaux alcooliques C^nH^{2n+1} à un ou plusieurs atomes d'hydrogène ; on peut, en conséquence, les représenter par les formules générales C^2H^3R, C^2H^2RR', $C^2HRR'R''$ et $C^2RR'R''R'''$, dans

sur un mélange de triméthyléthylène et de propyléthylène, j'avais réussi à n'attaquer que le premier de ces deux carbures dont je séparais ensuite le chlorhydrate par fractionnement. Cette réaction, qui permettait de préparer le propyléthylène avec les carbures pyrogénés de pétrole ou de boghead, a été appliquée ensuite par M. Schorlemmer aux amylènes provenant du dérivé chloré de l'hydrure d'amyle du pétrole d'Amérique. J'ai indiqué depuis que l'amylène fait avec l'iodure d'amyle actif, dont la formule est $\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix}\!\!>\!C = CH^2$, que j'appellerai *iso-éthylméthyléthylène*, se combine également à froid avec l'acide chlorhydrique; d'un autre côté, M. Wichnegradski a observé que l'isopropyléthylène, de même que le propyléthylène, ne se combine pas dans ces conditions. Enfin j'ai trouvé, en collaboration avec M. Wassermann, que l'acide chlorhydrique à froid n'attaque pas l'hexylène de la mannite, qui est le butyléthylène, tandis que j'avais reconnu qu'un autre hexylène d'origine pyrogénée se combine : cette réaction permet donc de séparer, les unes des autres, un certain nombre d'oléfines isomères ; je me suis proposé de l'appliquer aux butylènes.

» Je me suis procuré l'éthylvinyle de M. Wurtz, ou éthyléthylène, en distillant dans un appareil à reflux puissant les parties les plus volatiles des huiles pyrogénées de l'usine de Pechelbronn. L'opération était dirigée de façon à condenser la plus grande partie de l'amylène ; le gaz butylène était reçu dans le brome, et ce bromure brut fut débarrassé, par fractionnement, du bromure d'amylène, ce qui est facilité par la décomposition que subit ce dernier en acide bromhydrique et en amylène bromé, qui passe dans les portions les plus volatiles.

» Je n'ai pas eu de bromure de propylène dans cette opération.

» La fraction principale, 164-169 degrés, renfermait la quantité de brome correspondant à la formule $C^4H^8Br^2$; c'était donc du bromure d'éthyléthylène, qui bout à 166 degrés; les fractions inférieures avaient

lesquelles R, R′, R″, R‴ désignent des radicaux alcooliques. Ces formules permettent de dénommer, d'une manière claire, les nombreux isomères des oléfines supérieures; j'ai employé cette nomenclature dans le courant de cette Note. Mais une difficulté se présente : les hydrocarbures C^2H^2RR'' existent sous deux modifications isomériques


$$CHR = CHR' \quad \text{et} \quad CH^2 = CRR',$$

qui doivent porter le même nom générique ; pour les distinguer, je proposerai d'ajouter au nom du premier hydrocarbure le terme normal, et à celui du second le préfixe *iso*.

également la composition du bromure de butylène. L'éthyléthylène a été régénéré de son bromure par le sodium ; M. Wurtz a démontré que cette réaction s'accomplit sans transformation isomérique. On a condensé ce gaz et on l'a fait réagir en vase clos, à la température ordinaire, sur l'acide chlorhydrique : une faible portion s'est combinée, le reste a été transformé en bromure qui passait entre les mêmes limites de température ; l'éthyléthylène se comporte donc comme le propyléthylène, c'est-à-dire qu'il ne s'unit pas à l'hydracide froid.

» La même réaction a été appliquée au butylène de Butlerow ou isodiméthyléthylène, qui avait été préparé par l'action de la potasse alcoolique sur le bromure butylique de fermentation. Ce gaz a été dirigé dans un appareil de Woolf, rempli d'acide chlorhydrique saturé ; il a formé immédiatement du chlorure butylique tertiaire.

» La connaissance de ce fait m'a permis de retirer le butylène de Butlerow des portions inférieures 145-153 degrés et 153-164 degrés, obtenues par le traitement des huiles pyrogénées dont il a été question plus haut. En effet, le butylène régénéré de ces bromures se combine partiellement avec l'acide chlorhydrique, en donnant du chlorure de butyle tertiaire. La partie non attaquée reçue dans le brome a fourni des bromures passant de 155 à 170 degrés, et paraissant renfermer, outre le bromure d'éthyléthylène, du bromure de diméthyléthylène normal $CH^3\text{-}CHBr\text{-}CHBr\text{-}CH^3$, lequel bout à 158 degrés; néanmoins la quantité trop exiguë de matière ne me permet d'affirmer que sous toute réserve la présence de ce carbure dans le butylène pyrogéné.

» On voit, en résumé, que les carbures éthyléniques, dont la structure peut être représentée par les formules $CH^2 = CRR'$ et $CHR = CR'R''$, se combinent avec l'acide chlorhydrique froid ; par contre, les hydrocarbures $CH^2 = CHR$, et probablement ceux qui ont pour formule $CHR = CHR'$, ne sont pas attaqués. Cette loi a besoin d'être vérifiée sur d'autres exemples, mais elle résume les faits connus, qui sont déjà nombreux (1). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'altération des œufs provoquée par des moisissures venues de l'extérieur.* Note de MM. **A. Béchamp** et **G. Eustache.**

« Les faits de la présente Note confirment l'évolution des microzymas vitellins, dans le jaune de l'œuf, en dehors de l'influence des germes venus

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

de l'extérieur. Ils viennent indirectement à l'appui des affirmations déjà énoncées dans plusieurs Notes adressées à l'Académie par l'un de nous, M. A. Béchamp (*Comptes rendus*, t. LXXX, 1875).

» Cent œufs, conservés à la cave, dans du sable, ont présenté, au bout d'un mois, une série d'altérations remarquables. On a noté une coagulation de plus en plus considérable du jaune dans la partie périphérique, en même temps que l'apparition de taches jaunâtres, noires et orangées à la face interne de la coquille. Les œufs avaient une odeur légèrement aromatique, se rapprochant de celle de la truffe. Ils ont tous servi aux usages culinaires, excepté les dix derniers qui ont été soumis à l'examen suivant :

» Ces dix œufs ont été mis dans l'eau le 30 décembre 1876 ; ils n'ont pu être observés que le 15 janvier suivant. L'eau du bain est recouverte d'une pellicule dans laquelle on découvre en foule les infusoires ordinaires de la putréfaction, bactéries, vibrions, etc. L'odeur est infecte.

» *Premier œuf.* — Quelques taches noirâtres sur la coquille. Ouvert, il offre une odeur pénétrante de moisi, sans trace d'odeur sulfhydrique des œufs pourris : le papier d'acétate de plomb n'y noircit pas. Le blanc et le jaune sont distincts. Le jaune, quoique plus diffluent que dans l'état normal, est parfaitement limité par la membrane propre. Le blanc, qui normalement est alcalin, est devenu franchement acide. La matière du jaune l'est également, mais un peu plus que dans l'état naturel. Les deux matières étant séparées sont examinées au microscope : dans le blanc, avant ou après l'addition de l'acide acétique ou de la potasse, on ne découvre que de rares microzymas, sans trace de bactéries ou d'autres formes organisées. Le jaune étant crevé, il est trouvé exempt des mêmes infusoires, mais aussi riche en microzymas que naturellement. Il est évident que la matière de cet œuf était mangeable. Quelle est donc la cause de l'acidité du blanc? L'œuf vidé et lavé par un courant d'eau, il reste, sur les deux faces de la membrane, du côté de la coque et du côté du blanc, une couche épaisse de 2 à 3 millimètres, adhérente et grisâtre, formée par du mycélium enchevêtré. La masse de mycélium est plus abondante du côté du blanc. Sur une coupe de la membrane, on voit du mycélium ramifié sur ses deux faces et quelques tubes la traversant de part en part.

» *Deuxième œuf.*—Tout à fait blanc; complétement sain à l'intérieur. Le jaune est acide, le blanc alcalin, pas trace d'odeur : constitution normale.

» *Troisième œuf.* — Ouvert, il offre une légère odeur aromatique. Le blanc, très-fluide, est acide; il contient les rares microzymas de l'état normal. Le jaune, tombé contre une paroi de la coquille, est adhérent sur certains points et présente à ce niveau une coagulation périphérique de quelques millimètres. L'intérieur est acide et grumeleux. Au microscope, l'aspect est normal, si ce n'est dans la portion coagulée, où se voient de grands lambeaux albumineux. Le lavage dans un courant d'eau ayant enlevé toute la matière de l'œuf, on trouve sur un point voisin de la chambre à air une tache verdâtre, occupant les deux faces de la membrane de l'œuf, formée par un mycélium végétant à larges tubes, sans trace de sporification. Rien de semblable sur les portions du jaune adhérentes à ce point.

» *Quatrième et cinquième œuf.* — Odeur de moisi très-prononcée à l'ouverture des deux

œufs. Le blanc est acide. Le papier de plomb ne noircit pas. Le jaune est très-acide. Les sphérules vitellines propres sont conservées, volumineuses et à plusieurs noyaux. Il est presque complétement grumeleux; les microzymas y sont en très-grand nombre; *il y existe quelques très-rares bactéries.* La membrane de la coque est tapissée, sur presque toute son étendue, d'une mince couche, molle et noirâtre, formée exclusivement de tubes de mycélium très-ramifiés, larges, contenant des spores libres, alignées en chapelet.

» *Sixième œuf.* — Odeur de moisi à peine sensible. Le jaune n'est coagulé que d'un côté, qui correspond à une tache située sur la membrane de la coque, noire, de 1 centimètre carré de surface environ, formée par un mycélium grêle, sans trace de spores. Dans le blanc devenu acide, et dans le jaune, rien de particulier.

» *Septième œuf.* —Même aspect. Les plaques noirâtres, au nombre de dix, sont disséminées sur toute la surface interne de l'œuf. Elles sont formées par un lacis de tubes de mycélium grêles, présentant des spores appendus à leurs extrémités du côté de la coque, dans la portion sous-jacente; sans trace de spores dans la masse sous-jacente à la membrane. Blanc et jaune acides, ne renfermant que des granulations moléculaires sans bactéries.

» *Huitième œuf.* — Odeur très-pénétrante et désagréable, sans relation avec celle des œufs couvés. Le blanc est totalement liquide et fortement acide. Le jaune est complétement coagulé à la périphérie, grumeleux et rougeâtre dans sa partie centrale. L'un et l'autre (blanc et jaune) sont farcis de microzymas animés d'un mouvement très-énergique; on en rencontre quelques-uns d'accouplés, tant dans le jaune que dans le blanc; pas trace de vibrions ou de bactéries. Toute la surface interne de la coque est tapissée d'une couche noirâtre, faisant corps avec la membrane, formée de touffes de mycélium large et articulé, sans trace de spores. Au niveau de la chambre à air, cette couche est continue; au bout opposé de l'œuf, cette couche est disposée en plaques, dont une partie est de couleur orangée; le mycélium y est plus grêle, plus délié et sans articulations.

» *Neuvième œuf.* — Aspect normal du blanc et du jaune; sans odeur. L'œuf étant vidé, la membrane de la coque paraît légèrement épaissie, comme tomenteuse, mais transparente. On y trouve une couche fongueuse, formée par du mycélium large, articulé avec un commencement de fructification mucogène. Le blanc est très-légèrement acide, sans autre changement. Le jaune, d'aspect et de réaction normaux, contient des microzymas en très-grand nombre, dont quelques-uns accouplés deux à deux, ce qu'on ne voit pas dans l'œuf sain.

» *Dixième œuf.* — Comparable au n° 8. Odeur très-forte; jaune complétement coagulé. Toute la surface interne de l'œuf est recouverte d'une couche d'apparence gélatineuse, blanche en certains points, noirâtre et orangée en certains autres, formée par un amas de mycélium enchevêtré, différent d'aspect et de structure, suivant les points observés. Le jaune est rempli de ses microzymas normaux, dont beaucoup sont accouplés. Au niveau de la chambre à air, l'adhérence du vitellus paraît très-intime et il semble se confondre avec la masse mycélienne. A l'examen microscopique, on reconnaît parfaitement la membrane vitelline, au delà de laquelle on ne trouve aucun prolongement de mycélium, comme si cette membrane formait un obstacle infranchissable, mais seulement les granulations sus-indiquées [1] ».

---

[1] Les précédentes observations ont été faites à Lille, dans le laboratoire de l'un de nous,

» De ces observations il résulte que :

» 1° Des œufs de poule peuvent séjourner pendant longtemps dans un milieu rempli d'infusoires, sans que ces êtres traversent la coquille et pénètrent dans l'intérieur;

» 2° La coquille se laisse pourtant traverser par les mucédinées microscopiques, qui de l'extérieur cheminent à l'intérieur, et peuvent pénétrer à travers la membrane qui tapisse la coquille, et se développer très-abondamment sur sa face interne;

» 3° La membrane du jaune offre une barrière jusqu'ici trouvée infranchissable à la pénétration de ces mucédinées ou de toute autre production microzoaire ou microphyte;

» 4° La pénétration de la mucédinée et ses rapports médiats avec le jaune de l'œuf y entraînent une altération qui est une véritable fermentation, se produisant en dehors de tout ferment organisé, autre que les microzymas, et distincte de la putréfaction véritable et ordinaire des œufs couvés;

» 5° L'acidification du blanc est due exclusivement au mycélium de la moisissure, et non au jaune, dont la membrane a été trouvée impénétrable, du dedans au dehors, pour des microzymas; elle est corrélative à la destruction du glucose;

» 6° Les œufs n° 4 et n° 5 contiennent des bactéries, sans qu'il y ait véritable putréfaction, et malgré l'état intact de la membrane;

» 7° La production des bactéries, que nous avons constatée dans le jaune, ne saurait provenir de la pénétration, à travers la membrane du jaune, des individus observés ou de leurs germes, soit avant la ponte, soit après, car cette membrane est impénétrable; mais elle résulte de l'évolution des microzymas normaux du jaune, qui se transforment d'abord en microzymas accouplés et articulés, puis en bactéries, et évoluant en dehors de tout élément figuré extérieur et par la seule influence du changement de milieu. »

à la Faculté libre de Médecine. Elles concordent avec une autre, faite à Montpellier, en novembre 1873, dans le laboratoire de Chimie de la Faculté de Médecine, dans laquelle la face interne de la coquille d'un œuf de poule, entier et paraissant sain, était tapissée d'un lacis de mycélium branchu entremêlé de spores. La matière de l'œuf était sans odeur. Le jaune était un peu différent, le blanc devenu acide et trouble. Pas de bactéries ni autres productions que les microzymas normaux.

ZOOLOGIE. — *Sur une fonction nouvelle des glandes génitales des Oursins.* Note de M. ALF. GIARD.

« Les Oursins pondent dans la Manche pendant les mois d'hiver et de printemps, sans que la lunaison paraisse avoir une influence directe sur ce phénomène. Comme ces animaux vivent en société et très-près les uns des autres, soit dans des cavités creusées dans un même rocher (*Toxopneustes lividus*), soit sous les pierres d'une même zone (*Psammechinus miliaris*), soit dans un même banc de sable (*Amphidetus cordatus*), il n'est nullement besoin de recourir aux courants sous-marins et aux grands mouvements d'eau des marées de pleine lune pour expliquer la rencontre des produits génitaux des deux sexes. Les épaisses traînées de sperme éjaculées par les mâles vont immédiatement féconder les pontes des femelles voisines, sans avoir subi une bien grande dilution.

» Lorsque la saison de la reproduction est passée, les glandes génitales prennent une teinte brun-ambré, qui diffère de la couleur orangée de l'ovaire mûr, aussi bien que de la teinte blanchâtre du testicule rempli de spermatozoïdes. Si l'on examine au microscope une portion de ces glandes pendant les mois de septembre et d'octobre, on trouve les culs-de-sac remplis de cellules particulières, ne ressemblant en rien aux éléments génitaux. Ces cellules présentent au centre une énorme vacuole, résultant de la transformation du noyau qui s'est fortement accru et qui a perdu tout son protoplasme. Parfois une même cellule renferme deux vacuoles, ce qui indique la transformation de deux cellules-filles avant leur séparation. Le reste de la cellule comprend :

» 1° De petites concrétions brunâtres, analogues à celles que l'on trouve dans les organes rénaux d'un grand nombre d'Invertébrés;

» 2° Des éléments deutoplasmiques, qui sont plus tard absorbés par les cellules génitales en voie de développement; on les retrouve encore dans l'ovaire, mais de moins en moins nombreux au moment de la reproduction. Peut-être ces corps deutoplasmiques ont-ils été pris pour des globules polaires situés hors de la membrane vitelline, par les zoologistes qui ont eu l'idée de chercher ces globules dans l'ovaire. Cette erreur ne peut subsister lorsqu'on voit les corps directeurs naître aux dépens du vitellus, par voie de division cellulaire, sous la membrane vitelline. A. Agassiz est le seul naturaliste qui paraisse avoir fait cette observation avant nous, sur le *Toxopneustes Dröbachiensis*. Comme tous ceux qui s'occupent de l'étude

des Échinodermes ont entre les mains les ouvrages du savant professeur de Cambridge, je me contente de renvoyer le lecteur aux figures qui accompagnent le travail en question;

» 3° Des cristaux très-nombreux de phosphate de chaux.

» Ces cristaux se présentent en amas plus ou moins irréguliers chez le *Psammechinus miliaris*. Chez l'*Amphidetus cordatus*, ils offrent la forme des cristaux dits en *sabliers*. Souvent on trouve des assemblages de deux sabliers croisés, formant une sorte de rosace. Rien n'est plus élégant ni plus facile à observer que ces amas cristallins, qui sont demeurés inaperçus jusqu'à ce jour. Ces cristaux représentent-ils une sécrétion destinée à fournir au vitellus ou aux spermatozoïdes le phosphore que ces éléments renferment en si grande quantité [1], ou bien doivent-ils être considérés comme une simple excrétion? C'est ce que je ne puis encore décider pour le moment.

» Au milieu de ces cellules spéciales, incapables de se teindre par les matières colorantes, on trouve sur les culs-de-sac, surtout aux approches de la période de reproduction, de jeunes ovules ou de jeunes cellules-mères qui se colorent parfaitement par le picrocarminate. C'est sur de semblables ovules qu'on voit très-nettement, chez l'*Amphidetus*, la saillie pédonculaire qui, ainsi que je l'ai indiqué précédemment, n'a rien de commun avec le prétendu cône d'exsudation; ce dernier n'est dû, comme je l'ai déjà dit, qu'à des corps étrangers à l'œuf fécondé; son volume n'est nullement en rapport avec celui de la queue du spermatozoïde.

» De ce qui précède on peut conclure que, pendant une partie de l'année, les glandes génitales des Oursins jouent à la fois le rôle d'organes excréteurs et d'organes deutoplasmigènes. Ce fait fournit un nouveau point de rapprochement entre les Échinodermes et les Annélides, et même entre les Échinodermes et les Arthropodes. On sait, en effet, que les organes segmentaires de plusieurs espèces de Chétopodes sont en même temps des appareils d'excrétion et j'ai montré que le testicule des Rhizocéphales (*Sacculina* et *Peltogaster*) est également, dans le jeune âge ou pendant les périodes de repos sexuel, un organe excréteur. »

---

[1] La présence d'une énorme proportion de phosphore dans les produits génitaux des Oursins a été constatée à Wimereux par M. Corenwinder, le savant directeur de la station agronomique de Lille.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Causes qui déterminent la mise en liberté des corps agiles (zoospores, anthérozoïdes) chez les végétaux inférieurs.* Note de M. **Maxime Cornu**, présentée par M. P. Duchartre.

« On sait que la déhiscence des sporanges chez les Algues a lieu régulièrement chaque matin, à l'époque de leur reproduction ; cette déhiscence est retardée par un temps sombre ; l'apparition du soleil suffit pour la déterminer. M. Thuret [1] a rapporté le premier ce fait ; mais la cause intime de ce phénomène, comme de tous ceux que produit l'agent lumineux, est fort complexe : en effet, les rayons sont calorifiques et lumineux à la fois, et ont une action très-sensible sur la direction des filaments et des zoospores qui, d'ailleurs, munies de chlorophylle, sont le siége de décompositions chimiques spéciales.

» Cette sortie des corps agiles peut être observée sur des végétaux très-différents, et j'ai pu la produire à mon gré dans des conditions expérimentales telles, qu'il a été possible d'en déduire une explication très-simple.

» Au mois d'août de l'année dernière, plusieurs semis de spores de Fougère mâle (*Polystichum Filix mas*) furent faits dans de l'eau pure [2]. Ces spores y germèrent et s'y développèrent très-lentement ; comme d'ordinaire, pendant la saison froide, elles furent maintenues dans une salle non chauffée. L'un des flacons qui les contenait était fermé, mais il ne renfermait qu'un très-petit nombre de spores ; les prothalles s'y développèrent relativement bien, tout en demeurant très-petits. Au mois de mars dernier, l'un des prothalles fut enlevé et placé dans une goutte du liquide même du flacon pour être examiné. Je remarquai avec étonnement des anthéridies bien conformées, qui, dans l'eau où flottait le prothalle, ne tardèrent pas à se vider en donnant naissance à un grand nombre d'anthérozoïdes agiles ; un second prothalle, placé de même dans une goutte d'eau semblable et à l'air libre, donna lieu à une émission pareille : cette observation fut répétée plusieurs fois. *Trois mois après*, au milieu du mois de juin, de nouveaux

---

[1] G. Thuret, *Recherches sur les zoospores des Algues* (*Ann. Sc. nat.*, 3e série, t. XIV, p. 40 du tirage à part).

[2] Voir *Bull. de la Soc. Bot. de France* (1870), séance du 23 décembre 1870, p. 329, une Note sur la vitalité des spores germées des Fougères et conservées ainsi vivantes plus de *seize* mois.

prothalles furent retirés du flacon; ils portaient des anthéridies *dont aucune ne s'était encore vidée,* quoiqu'elles fussent mûres depuis bien longtemps et placées dans l'eau; l'émission des anthérozoïdes fut obtenue par le même procédé que dans le cas précédent. Rien n'était changé dans les conditions d'existence de ces anthéridies : milieu, lumière, température; une seule influence a pu s'exercer sur elles, celle de l'air.

» Aujourd'hui (4 novembre), après huit mois, les prothalles sont très-allongés, mais encore vivants; ils sont au nombre de quinze environ, couverts d'anthéridies, les unes en bon état, les autres brunies et détruites, quelques-unes certainement *sans s'être vidées:* un individu moyen a présenté 46 anthéridies vivantes et 60 anthéridies brunies.

» Certains Champignons aquatiques (ex. : *Chytridium xylophilum*, *Pythium proliferum*, *imperfectum*, etc.) peuvent se cultiver pendant plusieurs mois, lorsque le substratum est solide et résistant. Dans certaines cultures abandonnées et où l'eau n'est plus renouvelée, on voit parfois se développer un nombre considérable de zoosporanges bien conformés, qui demeurent sans changement pendant plusieurs semaines, surtout dans la saison tempérée. Ces cultures sont faites dans des bocaux où la surface libre est relativement étroite par rapport au volume du liquide, et la respiration du Champignon consomme assez activement l'oxygène dissous : déposées dans une goutte d'eau sur le porte-objet du microscope, ou mieux placées dans un tube à demi rempli d'eau, et agitées violemment, les touffes de la plante donnent naissance à un grand nombre de zoospores. Si l'on renouvelle l'eau de la culture, tous les sporanges se vident à la fois; chaque goutte puisée dans le vase contient un nombre considérable de ces corps agiles ([1]).

» On voit que les conditions suffisantes pour permettre le développement complet et définitif des anthéridies et des sporanges peuvent être insuffisantes pour permettre leur déhiscence. Cette déhiscence n'est pas un résultat brutal de l'endosmose (qui dans certains cas produit des effets incontestables), puisqu'elle reste suspendue pendant de longs intervalles, le prothalle étant plongé dans un liquide; elle n'est pas déterminée par la variation de la température ou de l'intensité lumineuse, puisque aucun changement de cette nature n'est produit dans l'expérience.

([1]) Ce fait a été indiqué brièvement dans ma *Monographie des Saprolégniées* (*Annales des Sciences naturelles*, t. XV, p. 117, 1872).

» On est ainsi amené à conclure que l'aération de l'eau donne aux corpuscules agiles déjà formés une énergie suffisante pour se mettre en liberté; c'est donc par suite d'une activité propre du protoplasma, dépourvu de membrane et malgré cela capable d'utiliser l'oxygène, que la paroi est perforée.

» La sortie des zoospores chez les Algues peut s'expliquer par une raison analogue. L'eau qui les contient, appauvrie en oxygène par la respiration de la nuit et modifiée par la chlorophylle éclairée, devient plus riche en oxygène; c'est ainsi que se produirait la sortie normale des zoospores des Algues aux premières heures des journées claires du printemps et de l'été.

» Si cette interprétation est exacte, on peut en conclure que toute cause pouvant accroître l'activité des mouvements plasmatiques favorisera la sortie des zoospores : la chaleur est dans ce cas; on sait que l'élévation de la température précipite le mouvement des courants dans les cellules de l'*Elodea* et dans les tubes des *Chara*.

» Des Algues, placées dans une chambre à 7 ou 8 degrés, ne peuvent émettre leurs zoospores; transportées dans une autre à 16 ou 18 degrés, elles peuvent en produire abondamment, plusieurs heures après midi : c'est un fait qui a pu être montré sur des *OEdogonium*, au laboratoire du Muséum, et qui est bien connu de tous ceux qui étudient les transformations de la cellule végétale.

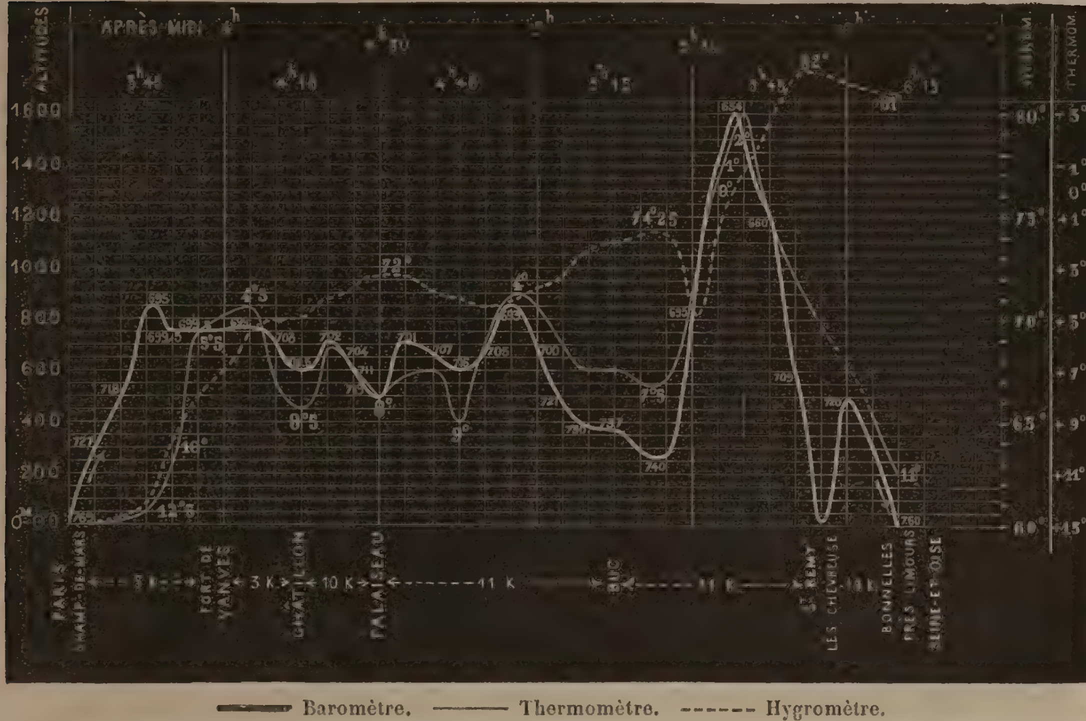
» En résumé, la sortie des corpuscules agiles n'est pas déterminée uniquement par un phénomène physique d'endosmose, mais l'est, en partie au moins, par l'activité propre des corpuscules agiles. Une fois les corps agiles formés, cette activité, pour s'exercer, réclame soit une température suffisante, soit une certaine quantité d'oxygène (fourni directement, ou bien par l'éclairage des parties vertes du végétal). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations météorologiques faites en ballon.* Note de M. Ch. Terrier, présentée par M. Janssen. (Extrait.)

« Le 18 octobre 1877, nous avons exécuté une ascension dans un ballon conduit par M. W. de Fonvielle. Parti à 3h30m, de chez MM. Flaud et Cohendet, près du Champ de Mars, l'aérostat est descendu à 6 heures dans une prairie du village de Bonnelles, près de Limours (Seine-et-Oise). Les courbes ci-jointes indiquent les diverses hauteurs auxquelles l'aérostat

est successivement parvenu et les données fournies par les divers instruments.

Diagramme des observations faites pendant l'ascension du 18 octobre 1877



Baromètre. Thermomètre. Hygromètre.

» ... En résumé, voici ce qui paraît résulter de nos observations :

» 1° La température des couches atmosphériques, au moment du coucher du Soleil, décroît uniformément avec l'augmentation d'altitude. Nous avons trouvé que cette décroissance était de 1 degré par 100 mètres d'élévation. C'est en contradiction avec la loi formulée par M. Glaisher, qui admet qu'au moment où le Soleil va disparaître à l'horizon la température reste uniforme d'une manière sensible à toutes les altitudes explorées.

» 2° Les vents inférieurs sont moins stables que les vents supérieurs, et ce sont ceux-ci qu'il faut interpréter pour la pronostication du temps. En effet, le lendemain, le vent régnant à terre, d'après l'avis de l'Observatoire de Montsouris, était celui que nous avions trouvé la veille au-dessus de 1000 mètres. C'est la confirmation de la loi à laquelle est attaché le nom de M. Buys-Ballot.

» 3° Les courants aériens à faible hauteur et à faible vitesse sont influencés et notablement déviés par les reliefs du sol [1]. »

---

[1] Les observations ont été faites avec des instruments obligeamment mis à notre dis-

M. Ch. Grad adresse, par l'entremise de M. Daubrée, une Note « sur la formation des charbons feuilletés interglaciaires. »

Suivant l'auteur, la structure feuilletée caractéristique des lignites doit être attribuée à l'action du glacier, qui a passé sur eux comme un gigantesque laminoir.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 octobre 1877.

(suite.)

De la cécité des couleurs dans ses rapports avec les chemins de fer et la Marine; par F. Holmgren. Stockholm, Impr. centrale, sans date; br. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Dr Renard; année 1877, n° 1. Moscou, A. Lang, 1877; in-8°.

Contributions to the centennal exhibition; by John Ericsson. New-York, Printed for the author at *the Nation* press, 1876; in-4° relié.

Proceeding of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1877; Part II. London, 1877; br. in-8°.

Transactions of the zoological Society of London; vol. X, Part 2. London, 1877; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 octobre 1877.

Direction générale des Douanes. Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères, pendant l'année 1876. Paris, Impr. nationale, 1877; in-4°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1876; 4e série, t. IX. Nancy, impr. Berger-Levrault, 1877; in-8°.

Comptes rendus des travaux de la Société des agriculteurs de France; hui-

---

position par le Directeur de l'Observatoire d'Astronomie physique, M. Janssen, que je prie de recevoir l'expression de ma gratitude. Je dois aussi remercier M. l'ingénieur Giffard, à la libéralité duquel je dois d'avoir pu faire mon ascension.

tième session générale annuelle; t. VIII : *Annuaire de* 1877. Paris, au siége de la Société, 1877; in-8°.

Société des agriculteurs de France. Liste générale des membres, arrêtée au 1er *juillet* 1877. Paris, au siége de la Société, 1877; in-8°.

Annales agronomiques; par M. P.-P. Dehérain; t. III, 3e fascicule, octobre 1877. Paris, G. Masson, 1877; in-8°.

Traité philosophique des fièvres périodiques; par le Dr A.-N. Gendrin. Paris, Savy, 1877; in-8°.

Recherches hydrographiques sur le régime des côtes; sixième cahier : *Étude hydrographique de la baie de la Rochelle et projet d'établissement d'un nouveau bassin flot; par* M. A. Bouquet de la Grye. Paris, Impr. nationale, 1877; in-4°.

Recherches sur la comète périodique de d'Arrest et détermination des éléments en 1851, 1869 *et* 1877; *par* M. G. Leveau. Sans lieu, ni date; br. in-4°. (Présenté par M. Faye.)

Conchyliologie fluviatile de la province de Nanking et de la Chine centrale; par le R. P. Heude; 3e fascicule. Paris, F. Savy, sans date; in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Nouvelle méthode pour le dosage de l'extrait sec des vins par l'aréométrie. Du jaugeage des vins et spiritueux par leur poids; par E. Houdart. Paris, F. Savy, 1877; br. in-8°.

Éléments de Géologie; par V. Raulin. Paris, Hachette et Cie, 1874; in-12 cartonné.

Question générale du Phylloxera; par B. Cauvy. Montpellier, impr. centrale du Midi, 1877; br. in-8°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Secours aux asphyxiés; par A. Bos. Marseille, 1877; in-18.

Emilio Cornalia. Commemorazione del prof. Paolo Panceri. Milano, G. Bernardoni, 1877; in-8°.

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro.	THERMOMÈTRES du jardin. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne vraie.	Écart de la normale.	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres.	ACTINOMÈTRE.	THERMOMÈTRES du sol. Surface.	à 0m,20.	à 1m,00.	TENSION DE LA VAPEUR.	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE.	UDOMÈTRE (à 1m,80).	ÉVAPOROMÈTRE.	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE sans correction locale.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
	mm	o	o	o	o	o	o		o	o	o	mm		mm	mm	Dll
1	757,5	7,1	17,5	12,3	11,3	- 2,7	11,4	33,8	11,0	12,5	13,7	7,9	80	.	2,4	11,1
2	755,6	5,8	13,2	9,5	(10,3)	- 3,6	(10,4)	(12,9)	(9,5)	(12,4)	(13,7)	(7,8)	(83)	.	1,3	.
3	754,0	4,9	15,0	10,0	10,0	- 3,8	10,2	30,1	10,4	12,1	13,6	6,9	76	.	1,9	6,7
4	757,9	8,3	16,5	12,4	10,3	- 3,4	10,5	24,3	11,3	12,2	13,5	7,4	81	.	2,3	7,1
5	763,7	6,5	16,3	11,4	10,4	- 3,1	10,4	31,2	11,3	12,2	13,4	7,3	78	.	2,5	15,4
6	767,7	5,1	15,7	10,4	9,7	- 3,7	9,6	40,3	9,7	11,9	13,3	5,3	61	.	4,6	23,7
7	765,2	1,2	14,0	7,6	8,5	- 4,7	8,5	33,7	7,8	11,4	13,1	5,3	66	.	4,4	34,1
8	755,2	7,9	13,5	10,7	9,8	- 3,2	9,9	12,8	9,5	11,5	13,1	6,5	72	0,0	4,5	2,7
9	759,7	5,1	12,4	8,8	7,6	- 5,2	8,2	23,8	7,1	11,0	13,0	5,6	73	0,0	3,1	4,4
10	759,7	0,9	12,4	6,7	6,6	- 6,0	7,6	21,0	6,0	10,2	12,8	4,8	68	.	1,7	4,5
11	754,9	5,8	14,3	10,1	9,8	- 2,6	9,8	17,2	9,1	10,3	12,7	6,5	71	0,1	2,3	2,7
12	757,4	6,8	16,8	11,8	11,1	- 1,1	11,3	25,5	11,9	10,7	12,5	7,2	75	0,0	2,2	2,6
13	758,1	7,6	18,6	13,1	11,6	- 0,3	12,1	33,1	11,6	11,4	12,3	7,0	70	.	2,8	8,4
14	755,5	4,6	24,2	14,4	14,8	3,1	15,7	41,6	15,0	11,7	12,3	6,5	56	.	5,0	15,3
15	756,6	12,0	18,3	15,2	12,0	0,5	12,1	9,6	11,5	12,5	12,3	6,8	66	1,8	3,7	10,3
16	761,0	3,3	15,9	9,6	7,4	- 3,9	7,2	25,5	6,7	11,2	12,3	6,2	81	2,6	1,5	10,1
17	766,6	- 0,5	12,7	6,1	4,7	- 6,3	6,2	34,5	4,0	10,0	12,3	4,8	77	.	1,6	9,2
18	764,5	- 1,3	11,6	5,2	4,1	- 6,7	5,4	23,1	2,1	9,2	12,2	4,7	78	.	1,4	15,4
19	763,5	- 1,9	10,4	4,3	3,6	- 7,0	4,7	33,8	2,2	8,2	11,9	(4,1)	(73)	.	1,4	34,2
20	761,7	- 2,2	13,3	5,6	4,4	- 6,0	5,9	42,6	5,2	7,7	11,6	(4,0)	(68)	.	1,6	32,1
21	758,2	- 2,6	16,7	7,1	10,1	- 0,2	10,1	29,0	10,0	7,7	11,2	5,9	65	0,0	2,6	19,2
22	756,1	10,8	18,3	14,6	14,7	4,6	14,8	13,3	14,0	9,6	11,0	9,6	77	0,4	2,8	5,5
23	748,6	12,9	16,6	14,8	13,8	3,8	13,9	9,9	13,4	11,1	10,9	10,0	85	1,1	1,8	0,9
24	747,0	7,2	13,2	10,2	9,2	- 0,6	9,3	28,3	10,1	11,3	11,0	7,2	83	8,9	1,2	17,1
25	740,2	5,4	14,6	10,0	10,3	0,6	10,2	4,4	9,6	10,2	11,2	8,8	93	7,6	0,6	- 0,3
26	751,5	a) 10,4	15,2	12,8	10,0	0,5	10,8	13,5	8,3	10,8	11,2	7,7	84	0,5	1,2	- 3,7
27	757,4	3,7	14,9	9,3	10,1	0,7	10,1	30,5	10,0	10,2	11,2	7,8	85	2,3	1,6	7,1
28	760,2	7,7	14,7	11,2	9,6	0,4	10,1	25,7	8,9	10,4	11,2	8,0	90	0,2	0,8	4,5
29	756,7	3,8	b) 13,8	8,8	10,5	1,5	10,6	10,6	10,0	10,0	11,2	9,0	94	15,0	0,8	0,9
30	755,4	10,8	18,4	14,6	15,5	6,7	15,4	29,3	16,8	11,4	11,2	11,1	85	0,8	1,2	1,5
31	762,4	12,1	14,7	13,4	12,4	3,8	12,4	18,7	12,3	12,1	11,2	7,3	68	.	3,8	11,9

Minima barométriques : le 15, à 3^h m., $751^{mm},3$; le 24, à $5^h 10^m$, $742^{mm},4$; le 25, à $4^h 50^m$ s., $738^{mm},4$; le 30, à 2^h m., 749^{mm},

(5) (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) (18) (19) (20) (21) Moyennes des observations sexhoraires.

(8) Moyennes des cinq observations trihoraires de 6^h m. à 6^h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire

(6) La moyenne normale est déduite de la courbe rectifiée des moyennes de 60 années d'observations.

(17) Poids d'oxygène fourni par l'ozone. Le poids d'ozone s'en déduirait en multipliant les nombres par 3.

a) Un second minimum après midi à 9°,3. — b) Un second maximum après minuit à 15°,3.

Magnétisme terrestre (moyennes diurnes). Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité horizontale.	Intensité totale.	Vents à 20 mètres. Direction moyenne.	Vitesses moyennes en kilomètres à l'heure.	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré.	Direction des nuages.	Nébulosité (0 à 10).	Remarques.
(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(25)	
° ′	° ′				km	kg			
7.9,2	»	1,9343	»	N ¼ NW	12,22	1,41	SW *k*	0	Rosées matin et soir.
(8,1)	»	(9352)	»	NW	8,75	0,72	NW	(10)	Presque uniformément couvert.
8,5	65.31,9	9359	4,6547	N	8,08	0,61	N	8	Brumes; rosée le matin.
8,5	32,6	9356	6560	N ¼ NE	14,36	1,95	NE	5	État du ciel très-variable.
9,1	33,1	9355	6573	NE	18,15	3,10	NE	5	Id. jolie brise soutenue.
8,7	33,3	9353	6573	NE	24,56	5,69	»	0	Beau temps. Bonne brise soutenue.
8,4	32,8	9356	6565	N	14,35	1,94	NE	5	Variable. Gelée blanche le matin.
8,7	33,1	9355	6572	N ¼ NW	24,00	5,43	NNW	8	Bonne brise soutenue le jour. Gouttes de
8,1	33,8	9354	6591	N ¼ NE	16,47	2,56	NE	4	État du ciel très-variable. [pluie le soir.]
8,6	33,0	9355	6571	tr.-variable	7,30	0,50	N	6	Brumes. Gelée blanche le matin.
7,2	32,8	9363	6583	NW	15,69	2,32	NW	9	Gouttes de pluie la matinée.
10,4	34,6	9330	6557	W ¼ SW	18,75	3,31	W	6	Gouttes de pluie le soir.
9,2	33,2	9344	6549	SSW	17,40	2,85	WSW	3	Assez beau temps l'après-midi.
8,8	33,6	9342	6557	S ¼ SE	21,27	4,27	»	0	Belle et chaude journée.
7,4	33,3	9343	6549	SW	30,18	8,58	SW	6	Bourrasq. et pluv. Fort avec éclairs à 7^h s.
8,0	33,3	9333	6525	SW	23,09	5,02	WSW	3	Pluies intermittentes l'après-midi.
8,2	33,6	9343	6559	WNW	9,61	0,87	WNW *k*	5	Premiers froids et gelées blanches.
8,2	33,1	9347	6554	NNE	(5,67)	(0,31)	NNW	3	Id. Brouillards secs le matin.
7,9	33,1	9352	6565	E ¼ NE	(8,52)	(0,68)	W *k*	3	Id.
7,8	33,2	9346	6554	tr.-variable	6,66	0,42	»	2	Id. Halos le soir.
8,4	33,5	9330	6523	S	12,78	1,54	WNW *k*	7	Id. Puis gout. de pluie dès 8^h s.
9,5	32,9	9343	6537	SW	25,83	6,29	SW	9	Bourrasques, pluvieux matin et soir.
8,5	33,1	9349	6559	SSW	26,34	6,54	SSW	10	Id. Pluies intermittentes.
7,9	33,6	9342	6558	WNW à S	14,49	1,98	tr.-variab.	6	La pluie cesse vers $1^h 35^m$ soir.
8,4	34,1	9336	6558	S à W	30,13	8,55	S	9	Bourrasques le 25 et pluie de 6^h à $11^h 20^m$ m.,
7,7	33,4	9339	6543	W ¼ NW	15,38	2,23	W ¼ NW	6	puis de midi à min. 45^m et le 26 jusq. 1^h s.
8,1	33,0	9349	6556	SSW	16,55	2,58	W *k*	7	Pluie de $11^h 15^m$ s., à minuit 15^m, et le 28
7,9	32,9	9348	6549	W à S	10,38	1,02	NW *k*	6	par intervalles jusqu'à $6^h 45^m$ m.
8,2	32,8	9346	6541	S ¼ SW	23,51	5,21	SW	9	Bourrasques le soir du 29, avec pluie depuis 3 h. 10 m. s. jusqu'à 5 h. 30 m. matin, le 30 (plus faible après
8,9	32,5	9350	6542	WNW à SW	20,18	3,84	NW *k*	8	10 h. soir); gouttes l'après-midi et le soir du 30.
7,5	32,4	9348	6536	WNW	19,71	3,66	WNW	9	″

9) Valeurs déduites des mesures absolues faites sur la fortification du bastion n° 82.

1) Valeurs déduites des mesures absolues faites dans le pavillon magnétique du parc.

24) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne. *k* désigne les cirrhus.

Vitesses maxima : le 8, 48^{km}; le 14, 40^{km}; le 15, 58^{km}; le 16, 45^{km}; les 22 et 23, de 50 à 55^{km}; le 25, 58^{km}; le 29, 48^{km}; le 30,

MOYENNES HORAIRES ET MOYENNES MENSUELLES (Octobre 1877).

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
	′	′	′	′	′	′	′	° ′
Déclinaison magnétique .. .. 17° +	5,8	5,1	12,6	11,1	9,0	7,1	6,1	17. 8,4
Inclinaison » .... 65° +	33,2	34,1	33,3	32,9	32,9	33,0	33,1	65.33,1
Force magnétique totale.............. 4,+	6557	6559	6533	6554	6565	6565	6561	4,6554
Composante horizontale.. .... 1,+	9349	9338	9336	9350	9354	9353	9350	1,9347
Composante verticale.................. 4,+	2348	2354	2325	2342	2352	2353	2350	4,2344
Électricité de tension (éléments Daniell)......	4,7	12,7	11,9	12,8	17,5	14,4	7,3	10,4
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°..........................	757,40	758,12	757,73	757,24	757,52	757,76	757,72	757,59
Pression de l'air sec..	750,54	750,84	750,76	750,59	750,57	750,70	750,75	750,65
Tension de la vapeur en millimètres..........	6,86	7,28	6,97	6,65	6,95	7,06	6,97	6,94
État hygrométrique............................	90,3	80,2	61,7	57,9	69,5	78,6	83,7	76,3
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre du jardin (ancien abri)........	6,73	9,56	13,20	13,66	11,11	9,35	8,17	9,80
Thermomètre électrique à 20 mètres..........	7,10	9,69	13,00	13,74	11,66	9,96	8,80	10,14
Degré actinométrique..........................	0,27	41,50	49,33	32,04	0,00	»	»	24,63
Thermomètre du sol. Surface..................	5,30	12,10	16,83	15,56	9,34	7,74	6,71	9,55
» à 0m,02 de profondeur...	9,41	9,22	9,94	10,79	10,99	10,63	10,18	10,13
» à 0m,10 » ..	10,28	10,08	10,12	10,61	11,05	11,09	10,84	10,57
» à 0m,20 » ...	10,79	10,65	10,53	10,60	10,86	11,04	11,03	10,80
» à 0m,30 » ...	10,93	10,86	10,76	10,73	10,81	10,96	11,00	10,88
» à 1m,00 » ...	12,20	12,20	12,20	12,20	12,19	12,17	12,15	12,19
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Udomètre enregistreur..........................	5,30	3,55	5,00	4,83	4,14	10,83	5,89	t. 39,54
Pluie moyenne par heure........................	0,028	0,038	0,054	0,052	0,045	0,117	0,063	»
Évaporation moyenne par heure.................	0,035	0,040	0,126	0,202	0,162	0,088	0,060	t. 70,2
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure.....	14,66	14,92	18,92	20,64	17,98	17,13	15,57	16,80
Pression moy. en kilog. par mètre carré.....	2,02	2,10	3,37	4,02	3,04	2,76	2,29	2,66

Données horaires.

				Enregistreurs.							Enregistreurs.		
Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.	Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.
	° ′	mm	°	°	mm	k		° ′	mm	°	°	mm	k
1h mat.	17. 7,5	757,57	8,25	7,76	0,26	15,12	1h soir	17.13,2	757,47	13,67	13,10	2,76	20,95
2 »	9,2	57,42	7,68	7,44	0,17	14,51	2 »	12,5	57,30	13,92	13,41	1,98	20,86
3 »	10,2	57,25	7,18	7,17	0,66	14,81	3 »	11,1	57,23	13,74	13,53	0,09	20,09
4 »	9,8	57,15	6,86	6,98	2,90	15,20	4 »	9,9	57,29	13,22	13,05	1,43	19,19
5 »	8,1	57,21	6,82	6,77	0,71	14,05	5 »	9,3	57,39	12,46	12,11	1,09	17,28
6 »	5,8	57,40	7,10	6,53	0,60	14,26	6 »	9,0	57,52	11,66	11,19	1,62	17,46
7 »	4,0	57,69	7,70	6,59	0,97	14,39	7 »	8,8	57,63	10,94	10,32	5,30	17,60
8 »	3,7	57,95	8,59	7,79	1,42	14,61	8 »	8,2	57,69	10,38	9,66	3,04	17,21
9 »	5,1	58,12	9,68	9,20	1,16	15,76	9 »	7,1	57,75	9,96	9,22	2,49	16,58
10 »	7,8	58,14	10,86	10,52	2,09	17,84	10 »	6,0	57,78	9,62	8,78	2,66	16,08
11 »	10,8	57,99	12,03	11,73	2,09	18,57	11 »	5,5	57,77	9,25	8,43	0,82	15,57
Midi...	12,6	57,73	13,00	12,68	0,82	20,36	Minuit..	6,1	57,72	8,80	7,99	2,41	15,05

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois).

Des minima........ 5°,5 Des maxima........ 15°,3 Moyenne........ 10°,4

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima........ 3°,9 Des maxima........ 20°,9 Moyenne........ 12°,4

Températures moyennes diurnes par pentades.

1877. Sept. 28 à 2 Oct... 10°,7	Oct.. 8 à 12...... 9°,0	Oct.. 18 à 22..... 7°,4
Oct.. 3 à 7...... 9,8	» 13 à 17...... 10,1	» 23 à 27..... 10,7